

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BELLAS ARTES

DEPARTAMENTO DE PINTURA (PINTURA Y RESTAURACIÓN)



TESIS DOCTORAL

**Investigación del comportamiento de algunos textiles utilizados como
soporte de pintura como fuente de documentación a procesos de
restauración**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

M^a Teresa de Urkullu Polo

DIRIGIDA POR

M^a Teresa Escohotado Ibor y Manuel Parralo Dorado

Madrid, 2001

TESIS DOCTORAL



BIBLIOTECA U.O.M.



530832880X

"INVESTIGACION DEL COMPORTAMIENTO DE ALGUNOS
TEXTILES UTILIZADOS COMO SOPORTE DE PINTURA
COMO FUENTE DE DOCUMENTACION A PROCESOS DE
RESTAURACION"

M^a Teresa de URKULLU POLO

DIRECTORA: Dra. Dña. M^a TERESA ESCOHOTADO IBOR



N.º 7 127

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BELLAS ARTES

DEPARTAMENTO DE "PINTURA - RESTAURACION"

TOMO I

I N D I C E

AGRADECIMIENTOS

Pág.

INTRODUCCION

.....

1

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar aquí, en primer lugar, mi profundo agradecimiento a mis profesores D. FRANCISCO NUÑEZ DE CELIS y D^a ZORAIDA CARDENAS ALONSO, Doctores de Bellas Artes, que me iniciaron en el mundo de la conservación de obras de arte. Ellos han sabido estimular a sus alumnos para mantener el espíritu abierto hacia la búsqueda incesante de las respuestas a los múltiples problemas que plantea esta actividad, dirigiendo su trabajo no tanto a llenar nuestras mentes con sus conocimientos y experiencias propias, como ayudándonos a buscar personalmente el saber.

Agradezco enormemente a mi familia y amigos la comprensión y paciencia que han demostrado soportando estoicamente las múltiples incomodidades derivadas de mi dedicación a la elaboración de este trabajo.

De un modo especial quiero expresar mi reconocimiento hacia personas e Instituciones que han prestado su inestimable colaboración para llevar adelante los aspectos fundamentales de este trabajo en su vertiente experimental:

- Al Doctor ARUN NAIK KARDILE y al Instituto de Investigación Téxtil i de Cooperació Industrial de Terrassa, así como al personal investigador que trabaja en los diferentes Laboratorios del Instituto pues, gracias a sus orientaciones y ayuda ha sido posible desarrollar una parte importante de

este trabajo, a la vez que a mí me ha supuesto la adquisición de conocimientos en materia textil.

- A D^a INMACULADA MARTIN URIBE, Licenciada en Química y responsable del Laboratorio de Química del Taller de Restauración del Departamento de Cultura de la Diputación Foral de Bizkaia por la parte específica de trabajo que ha realizado y por las valiosísimas orientaciones que me ha suministrado en cuantos momentos he solicitado su ayuda.

- Al Servicio de Patrimonio Histórico del Departamento de Cultura de la Diputación Foral de Bizkaia que ha hecho posible el desarrollo de una parte de este trabajo en sus Laboratorios.

Mi más profundo reconocimiento hacia la dirección de la Dr^a. D^a M^a TERESA ESCOHOTADO IBOR que ha guiado minuciosamente el desarrollo de la investigación realizada sobre una materia de tanto interés para la conservación de la pintura sobre tela, como es el material textil.

A todas aquellas personas que en algún momento de la elaboración de este trabajo han aportado su colaboración ESKERRIK ASKO BIOTZ-BIOTZETIK.

Bilbao, 16 de Agosto de 1.992.

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

Dentro del campo de la conservación de obras de arte, la problemática que rodea a la pintura contemporánea es muy compleja por razones variadas derivadas, principalmente, de la incorporación a la técnica pictórica de una amplia gama de materiales nuevos, de origen sintético muchos de ellos, unido a la total libertad de concepto y ejecución por parte del artista.

Para el conservador-restaurador de obras de arte, los tratamientos aplicables a pinturas anteriores al siglo XIX para su conservación, no revisten dificultades especiales ya que los materiales de que están integradas esas pinturas son sobradamente conocidos y están ampliamente estudiados, incluso desde tiempos pasados, lo que se puede constatar a través de los tratados que muchos autores de todas las épocas han realizado sobre ellos, en los que puede encontrarse conceptos que bien pueden ser encuadrados en el campo de la conservación, con lo cual, en nuestro tiempo, está perfectamente aclarada cuál ha sido la evolución en el conocimiento de los mismos experimentado a través del tiempo.

La actividad tendente a conservar las obras de arte del pasado no es privativa de la época actual, pues esa preocupación, con las diferencias lógicas fruto de la diversidad de criterios propios de cada época histórica ha existido desde muy atrás en el tiempo, como puede comprobarse leyendo textos antiguos. Ello demuestra que la

admiración e interés hacia las obras de grandes maestros se ha dado siempre y cada época histórica ha contribuido con su saber y entender en la conservación de las producciones artísticas de etapas anteriores.

Nosotros, en el siglo XX, también continuamos con esa preocupación ya que el legado cultural recibido es muy vasto, exponente de la evolución cultural y artística de la Humanidad. Desgraciadamente, no siempre ha prevalecido o destacado por su importancia, la idea del respeto hacia las producciones pasadas lo que ha conducido a que muchas obras hayan llegado a nosotros en condiciones de conservación muy precarias debido — en ocasiones — a causas naturales, pero, con frecuencia, como resultado de intervenciones desafortunadamente abusivas que las han modificado profundamente en su estética original.

Los criterios en la conservación de obras de arte han evolucionado notablemente en pocos años imponiéndose actualmente el respeto máximo hacia la integridad formal y estética de las obras anteriores a nosotros. Esto nos conduce a contemplar la necesidad de establecer un punto o línea de partida consistente en conseguir el conocimiento más profundo de la materialidad de las obras de arte objeto de ser intervenidas para que se produzca su conservación en las mejores condiciones y haga posible el mantenimiento del mensaje estético.

Aplicado este conocimiento a obras anteriores al siglo XIX, es fácil llevar a buen fin el objetivo mencionado, porque los artistas de aquellas épocas siempre se comportaron con exquisito respeto

hacia la materia que manipulaban entendiéndolo así como garantía para obtener de ella la expresión de su propio sentido estético. Derivada de ese respeto, la normativa acerca de su empleo era observada conscientemente y con la plena convicción de su necesidad, pues las consecuencias negativas de la actitud contraria de todos eran harto conocidas. Es evidente que en la mente de los artistas anteriores a esta época moderna tenía gran fuerza el deseo de hacer una obra bien realizada tanto en el aspecto estético como en el material a fin de que pudiese perdurar en el tiempo y en la memoria.

La evolución experimentada en la sociedad durante el siglo XIX principalmente, también alcanzó al mundo del arte que reclamó libertad de acción para plasmar su propio sentido de la estética. Los impresionistas sentaron los principios de esta reivindicación artística y de ahí hasta nuestros días, la trayectoria liberalizadora no ha cesado de fluir.

No solo queda esto reflejado en las formas estéticas referidas a la pura expresión a través de la diferente línea compositiva y uso del color o materia pictórica, sino que alcanza a toda la materialidad íntegra de la obra, ya que hemos conquistado el derecho a la libertad total en la expresión artística superando todos los "ismos" que han ido jalonando la evolución histórica de la pintura.

Desde la perspectiva de la conservación de las obras modernas, se abre un campo nuevo que abarca la problemática que se presenta ante el conservador-restaurador dada la variedad de los nuevos

materiales empleados actualmente en la elaboración del cuadro muy alejados de los tradicionales. Si bien la información existente sobre ellos es abundante, hay un escollo aún no solventado plenamente que se refiere al comportamiento de los mismos en el tiempo: el envejecimiento en las condiciones ordinarias en las que han de "vivir" las obras de arte actuales, es una incógnita que tratan de dilucidar diversos estudios de laboratorio que se centran en esta cuestión.

La Ciencia y Tecnología modernas, han dedicado sus medios más sofisticados para ser aplicados a este aspecto de la actividad humana como es el de la conservación de las obras de arte. Actualmente existen laboratorios de restauración que dedican una parte importante de su actividad a la investigación centrada en esta faceta de los materiales modernos empleados en la realización de las obras de arte. De sus conclusiones se derivarán, en parte, las líneas de acción que sustentarán los criterios a aplicar en la conservación del Arte Contemporáneo.

Hay una realidad evidente: es necesario conocer lo más profundamente posible la producción pictórica de nuestra época para poder, consecuentemente, prever el comportamiento de los materiales modernos que conforman las producciones artísticas del Arte Contemporáneo para atinar con el tratamiento adecuado en aquellas circunstancias en que se presente la necesidad de aplicarlo a estas obras.

Uno de los materiales básicos de un cuadro es el soporte. Históricamente se ha producido una evolución en el uso del soporte

que inicialmente fué rígido (muro, madera) a otro más ligero y manejable: la tela. Asimismo los textiles empleados en la pintura se han visto afectados por un proceso evolutivo similar al de los otros materiales que integran el cuadro: el desarrollo tecnológico ofrece al pintor telas que no son exclusivamente de lino, fibra que ha copado históricamente casi en exclusiva el campo de los soportes textiles de pintura. Así, una vez más, es a partir del siglo XIX, cuando se empiezan a introducir otras fibras textiles en las telas utilizadas por los pintores. ¿Razones? Pueden ser variadas, basadas muchas veces en argumentos de tipo económico, dada la baratura de telas no fabricadas a base exclusiva de lino, fibra que hace muy caro el tejido.

La evolución de la industria textil ofrece una gama variadísima de telas para todos los usos. También las destinadas a la pintura se ven afectadas por esta variación, pues además el artista actual busca investigar nuevos resultados estéticos a partir de nuevos materiales por lo que no es raro encontrar fibras sintéticas formando parte de soportes de pintura. ¿Cuál será el futuro de estas investigaciones estéticas? La respuesta está en el aire. Pero una cosa sí es cierta: el conservador-restaurador necesita conocer cómo es la materia que integra una pintura actual para acertar con el proceso adecuado a aplicar con el fin de posibilitar su conservación en el momento en que se presentan los problemas de pervivencia.

La actitud de los estudiosos del arte hacia el soporte en general — y más concretamente el textil — demuestra que no se han interesado tanto por él como por la materia pictórica o color,

debido, quizá, a que es en éste en donde se refleja y se expresa la idea estética del pintor; es decir, se considera que el color está más estrecha y directamente relacionado con la expresión estética, ya que es el reflejo directo de la actividad sensitiva e intelectual del artista, mientras que la tela no es más que un mero receptor de aquélla. La atención que tradicionalmente se le ha dedicado, es muy superficial. No hay más que repasar la literatura al respecto para comprobar que la atención principal se centra en los otros dos componentes del cuadro: la imprimación y, principalmente, destacando a gran distancia, el color.

Los autores antiguos citan las telas, ¡cómo no! manifestando que deben ser de lino por las excelencias comprobadas de esta fibra textil y poco más. Los tratadistas y estudiosos que han estudiado el siglo XIX, tan importante por lo que implica de revolucionario en la historia de la pintura, tampoco se centran demasiado en el estudio dedicado a telas e imprimaciones siendo las capas de color las que acaparan el núcleo principal de sus disertaciones.

En nuestra época es difícil encontrar estudios sistemáticos de textiles empleados en soportes de pintura. Nos encontramos ante una laguna que es preciso subsanar porque de las cualidades de este elemento del cuadro, pueden derivarse consecuencias imprevistas y poco halagüeñas en su futura conservación.

Puesto que hoy día está plenamente admitido que se puede pintar sobre cualquier material — es lo que manifiesta el artista moderno — bueno sería que se sintiera una mínima inquietud por conocer cómo es el que se manipula a fin de no encontrar sorpresas desagradables.

dables cuando las obras empiezan a experimentar deterioros en plazos demasiado cortos de existencia.

¿Qué papel juega el tejido en esta cuestión?. Esta es una consideración importante que abre un campo de investigación interesante.

Obviamente, no se puede pretender que el comercio vendedor de las telas para pintar — preparadas o no — ofrezca una relación de sus cualidades como material textil tendente a orientar sobre la idoneidad de las mismas para recibir una pintura. No lo hacen ni el vendedor ni el fabricante; simplemente, se fabrican telas y cada uno opta por aquella que considera adecuada a su interés. El pintor, sencillamente compra una tela de acuerdo, muchas veces, con sus posibilidades eludiendo la consideración profunda y responsable de sus pretendidas bondades. El cuadro se mantendrá íntegro hasta un límite, pero cuando surge el momento de ser sometido a un tratamiento de conservación, el restaurador es el que tiene que enfrentarse con las dificultades derivadas de la mala calidad de algunos materiales que integran el cuadro y tratar de darles buena solución. En este sentido, no pocos problemas existentes en las pinturas tienen su origen en el soporte textil, bien por no haber sido escogido con esmero o por no haber sido manipulado de acuerdo con sus características de comportamiento físico-químico.

Hasta hace poco tiempo no era tarea fácil encontrar referencias a investigaciones y estudios realizados sobre textiles. Basta con mirar actas de los diferentes congresos del I.C.O.M., por ejemplo, para comprobar que escasean las ponencias y comunicaciones relati-

vas a este tema; sin embargo, cuando es abordado se centran, principalmente, en estudios realizados sobre textiles de restos arqueológicos, tapices y ropajes de diversas épocas históricas, no de textiles modernos. Cabe achacar esta carencia de información al supuesto de que éstos aún no presentan problemas de conservación, dada su modernidad, en comparación con obras del pasado, pero la realidad viene demostrando que no es así.

La metodología de trabajo de investigación sobre telas no elaboradas como objetos utilitarios, es muy reciente y poco a poco van apareciendo a la luz diversos estudios, aún muy reducidos en número, que tienen como objetivo estudiar las características y comportamiento de telas en relación con la conservación de cuadros que las utilizan como soporte de la pintura. Sin embargo están orientados, de modo especial, a conocer cuál va a ser el comportamiento de la tela desde el punto de vista de servir como reforzante de otra original ya existente en diverso estadio de degradación cuando llega el momento de realizar el proceso del reentelado.

En la línea de profundizar en el conocimiento de la tela-soporte original surge la necesidad de considerar un aspecto de la cuestión relativo a la mezcla de fibras que al conservador-restaurador le interesa conocer para poder planificar correctamente la forma de operar en las intervenciones orientadas hacia la conservación de pinturas sobre tela. Fundamentalmente hace referencia al caso — que se prevee pueda darse con cierta frecuencia en el Arte Contemporáneo — de tener que aplicar tratamientos que llevan incluida la aplicación de calor. ¿Qué va a ocurrir con las telas

que en su composición incluyen las fibras sintéticas?. Como se sabe, la fabricación de estas telas requiere la intervención del calor como elemento importante en su procesado. ¿Cómo se van a ver afectadas por otra nueva aplicación de calor?. ¿Va a tener esto consecuencias no previstas sobre el comportamiento de ese tejido y, de paso, afectará de alguna forma a la pintura depositada sobre ellas?.

Es al especialista en conservación de obras de arte al que le deben preocupar profundamente estos interrogantes pues de lo acertado de su intervención dependerá, en gran medida, la adecuada pervivencia en el tiempo de obras actuales que ofrezcan ya unas precarias perspectivas de conservación en estos momentos. Digo que es al conservador al que le afectan principalmente este tipo de cuestiones porque el artista creador tiene como interés fundamental y hasta vital, la creación, para lo cual empleará materiales variados siempre que puedan serle de utilidad para expresar su idea; sus licencias en este sentido son totales y absolutas. Es el conservador el que tiene que luchar después para resolver los problemas que se vayan presentando a medida que los materiales integrantes de las obras modernas se vean sometidos a procesos degradantes derivados del envejecimiento natural de la materialidad de la obra.

Los interrogantes suscitados en torno a las telas, surgen, en primer lugar, porque no se analizan ni se cuestionan aquellas que van a ser destinadas a recibir una pintura y, por otra parte, tampoco hay información específica sobre ellas. Aquí se produce un vacío.

Así pues, este trabajo se ha elaborado pensando, principalmente, en el especialista en la conservación de obras de arte y en sus dificultades ante la problemática de la conservación del Arte Contemporáneo. A lo largo del mismo se intenta desvelar un poco algunas de las características de un número muy reducido de telas preparadas para pintar que se adquieren normalmente en los comercios que venden materiales artísticos. En el transcurso de esta exposición se presentan cuestiones relativas a características de algunas fibras textiles integrantes tradicionales de telas utilizadas en la elaboración de obras de arte, para lo cual han sido sometidas a diversos análisis y pruebas tendentes a constatar sus cualidades y su posible comportamiento en el futuro, centrándose este estudio en las fibras textiles encontradas en las telas objeto del mismo, como es el caso del lino, el algodón y algunas sintéticas.

La fibra del lino se lleva la palma pues sus excelencias han sido reconocidas desde la antigüedad siendo la fibra preferida por todos los pintores como componente de sus telas manteniéndose actualmente esta preeminencia sobre otras. El cáñamo también suele aparecer mezclado con lino, pero su uso ha sido mucho más reducido; sin embargo, como reconocimiento a este hecho es por lo que en este trabajo se le dedica un apartado, a pesar de no haber sido detectada su presencia como componente de las telas estudiadas.

El algodón ha ocupado, en tiempos más recientes, un espacio importante en los soportes de pintura, aunque no es fibra adecuada a causa de su propia naturaleza, como se verá en el capítulo correspondiente. Sin embargo, históricamente es una fibra muy impor-

tante para una gran parte de la humanidad dentro de la industria textil. Hoy día no se utilizan telas exclusivamente de algodón si se quiere pintar una obra duradera; pero convenientemente mezclada con otras en porcentajes bien estudiados y calibrados, quizá sus aspectos negativos se vean neutralizados convirtiéndose así en fibra apta para resistir el paso del tiempo sin perjudicar a la pintura que soporta. (Sobre esta cuestión se podría iniciar una interesante investigación cuyos resultados pueden ofrecer nuevas perspectivas al pintor y, de modo especial, una base de partida al conservador-restaurador que se encuentre en la tesitura de conservar un cuadro que incluya esta fibra).

Es evidente que las líneas de investigación que se abren en el campo de los textiles destinados para pintar, es muy amplia. Aquí me he ceñido a una parte de la problemática existente, como es la de intentar averiguar las características de un cierto número reducido de telas ya imprimadas para pintar a fin de poder elaborar una conclusión de la que se deduzcan las posibles consecuencias derivadas de aquéllas que marcarán su comportamiento respecto a la conservación de la pintura que sustenten; por otra parte, puede ser interesante para el especialista disponer de unas conclusiones orientativas para aquellos casos en los que se vea precisado de aplicar sobre estas telas, o similares, procesos de conservación.

Para ello han sido sometidas una serie de muestras de ciertas telas que el comercio vende habitualmente, a diversas pruebas físico-mecánicas y microanálisis que aparecen expuestas en el Capítulo Experimental de este trabajo, colaborando en esta investigación dos

Laboratorios que han puesto a mi disposición sus equipos técnicos y humanos para llevar a buen fin los estudios programados.

No cabe duda de que estas pruebas no son excluyentes de otras que se puedan realizar con lo que la información obtenida se vería notablemente enriquecida, pero los datos obtenidos hasta este momento tienen el valor necesario y suficiente para servir de base al enunciado de unas posibles conclusiones acerca de las características de estas telas y de sus imprimaciones, orientadas hacia el pintor y hacia el conservador-restaurador.

I N D I C E

T O M O I

C A P I T U L O I

LAS FIBRAS TEXTILES

	<u>Pág.</u>
1. <u>COMIENZOS HISTORICOS DEL TEXTIL</u>	15
1.1. <u>Botánica de las fibras textiles naturales</u>	35
1.1.1. La célula. Membranas. Tejidos	37
1.1.2. Las fibras textiles en el reino vegetal ...	44
1.1.3. Las fibras textiles en general	51
1.1.4. Fibras textiles celulósicas	56
1.1.5. Propiedades de la celulosa	65
1.1.6. Estructura, características y propiedades de las fibras textiles celulósicas	76
1.2. <u>Degradación de las fibras textiles celulósicas</u> ..	96
1.2.1. Degradación de la celulosa	98
1.2.2. Daños producidos por la humedad	112
1.2.3. Biodegradación: hongos y bacterias	113
1.2.4. Daños producidos por el calor	143
1.2.5. Contaminación atmosférica	144

	<u>Pág.</u>
1.3. <u>Fibras textiles celulósicas naturales utilizadas para la elaboración de soportes de pintura</u>	152
1.3.1. El lino: Botánica. Cultivo. Uso histórico. Enfermedades	154
1.3.2. La fibra del lino ante los agentes exteriores	179
1.3.3. Otros datos sobre el lino	186
1.3.4. El algodón: Botánica. Cultivo. Uso histórico. Enfermedades	188
1.3.5. El cáñamo: Botánica. Cultivo. Uso histórico.	223
1.4. <u>Fibras textiles no naturales: fibras químicas</u> ..	229
1.4.1. Fibras artificiales: el rayón	231
1.4.2. El rayón de viscosa	241
1.4.3. Los acetatos de celulosa	248
1.4.4. Fibras sintéticas	254
1.4.5. El poliéster	259
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS AL CAPITULO I	264

C A P I T U L O I I

EL MATERIAL TEXTIL COMO SOPORTE DE PINTURA

	<u>Pág.</u>
2. <u>EL HILADO Y SU PROGRESIVA MECANIZACION</u>	272
2.1. <u>El hilo</u>	284
2.2. <u>El telar: orígenes y evolución</u>	293
2.2.1. Diversos tipos de telares	297
2.2.1.a. Telar de placas	299
2.2.1.b. Telar de rejilla o telar-lizo	303
2.2.1.c. Telar de marco y telar vertical de pesas	308
2.2.1.d. Telar mecánico	315
2.3. <u>El tejido</u>	317
2.3.1. Diferentes estructuras de entramados	318
2.4. <u>Uso histórico de la tela como soporte de pintura.</u> <u>Textos históricos</u>	331
2.5. <u>Diversas razones que sustentan el uso de la tela.</u>	360
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS AL CAPITULO II	370

I N D I C E

T O M O I I

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO CIENTIFICO DE LOS SOPORTES DE TELA

	Pág.
3. <u>PLANTEAMIENTO GENERAL</u>	376
3.1. <u>Prolegómenos de la cuestión: la técnica de la pintura al óleo en el siglo XIX</u>	378
3.2. <u>Problemática de su conservación como preludio a la que plantea el arte contemporáneo</u>	403
3.2.1. El aceite en la imprimación	406
3.2.2. Alteraciones de la imprimación	413
3.3. <u>Conocimiento científico del material textil y de las imprimaciones de la pintura del siglo XIX a través de la literatura tradicional</u>	417
3.4. <u>El estudio científico del textil</u>	435
3.4.1. Tipología de los exámenes habituales sobre tejidos	436
3.4.2. Las técnicas de investigación de obras de arte aplicadas a cinco muestras de soportes textiles de pintura del siglo XIX	447
3.4.3. Caracterización de textiles	477
3.4.4. Identificación de fibras textiles	490
3.4.4.1. Identificación microscópica	494
3.4.4.2. Reactivos	519

	<u>Pág.</u>
3.5. <u>Diferentes pruebas de caracterización sobre nueve muestras de telas imprimadas para pintar de venta habitual en el comercio</u>	529
3.5.1. Pruebas físico-mecánicas	538
3.5.2. Identificación microscópica de fibras textiles	565
3.5.3. Identificación de los materiales de la imprimación: aglutinante y materia de carga	581
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS AL CAPITULO III	627

INDICE

TOMO III

C A P I T U L O I V

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA CONSERVACION DE TEXTILES EN RELACION CON LA MATERIA PICTORICA QUE SUSTENTAN

	<u>Pág.</u>
4. <u>BREVES NOTAS SOBRE LA CONSERVACION DE TEXTILES</u>	630
4.1. <u>Productos adhesivos y consolidantes:</u> <u>conceptos generales</u>	650
4.1.1. Adhesivos	653
4.1.2. Consolidantes	662
4.1.3. Los materiales consolidantes frente al soporte textil	668
4.2. <u>Test dirigidos a conocer el tratamiento de las</u> <u>telas objeto de este estudio ante diversos pro-</u> <u>ductos empleados en la conservación de pinturas</u> <u>sobre tela y sometidos posteriormente a enveje-</u> <u>cimiento acelerado</u>	674
4.2.1. Test de disolventes	676
4.2.2. Test de productos consolidantes y de pro- tección. Resultados	693
4.2.3. Test de adhesivos para reentelar	697
4.2.4. Test de estabilidad ante la acción de la luz solar	716

CONCLUSIONES

	<u>Pág.</u>
1. <u>CONCLUSIONES SOBRE CINCO SOPORTES TESTILES CON IMPRIMACION DE CINCO PINTORES DEL SIGLO XIX</u>	721
<hr/>	
2. <u>CONCLUSIONES SOBRE NUEVE MUESTRAS COMERCIALES DE SOPORTES TEXTILES IMPRIMADOS</u>	725
<hr/>	
2.1. <u>Conclusiones de parametría física (APARTADO-I)</u> ..	728
2.1.1. Determinación de calidades/grupo de muestras. <u>CONCLUSION 1</u>	729
2.1.2. Relación existe entre los parámetros TITULO/DENSIDAD/ALARGAMIENTO. <u>CONCLUSION 2</u>	733
2.1.3. Relación entre los parámetros TITULO/ESPESOR/ESPESOR DE LA IMPRIMACION. <u>CONCLUSION 3</u>	736
2.1.4. Relación entre los parámetros PESO IMPRIMACION/ESPESOR IMPRIMACION/CARGA (media ur.-tr.)/ALARGAMIENTO (íd.). <u>CONCLUSION 4</u>	737
2.1.5. Influencia de PESO/ESPESOR/FIBRA en el porcentaje de ALARGAMIENTO. <u>CONCLUSION 5</u>	739
2.1.6. Análisis del diagrama general y de las curvas de alargamiento	741
2.1.7. Recapitulación de resultados. <u>CONCLUSION 6</u>	747
2.1.8. Determinación de calidad entre telas en crudo: 373-TEMPLE y LEVANTE-16. <u>CONCLUSION 7</u>	753
2.1.9 <u>CONCLUSION FINAL</u>	755

2.2.	<u>Conclusiones de identificación de las fibras textiles</u>	758
2.3.	<u>Conclusiones de la identificación de los componentes de la imprimación</u>	759
3.	<u>CONCLUSIONES SOBRE PRUEBAS CON PRODUCTOS DE CONSERVACION APARTADO II</u>	763
3.1.	<u>Comportamiento ante la aplicación de disolventes utilizados en limpieza de pinturas.</u> <u>CONCLUSIONES</u>	765
3.2.	<u>Comportamiento ante consolidantes y protectores del color.</u> <u>CONCLUSIONES</u>	770
3.3.	<u>Comportamiento ante productos adhesivos para reentelar.</u> <u>CONCLUSIONES</u>	771
4.	<u>CONCLUSIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO ANTE LA ACCION DE LA LUZ SOLAR</u>	778
5.	<u>CONCLUSIONES FINALES</u>	779
	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	790
	<u>INDICE DE LAMINAS Y TABLAS</u>	

C A P I T U L O I

L A S F I B R A S T E X T I L E S

C A P I T U L O I

LAS FIBRAS TEXTILES

1. COMIENZOS HISTORICOS DEL TEXTIL

Desde la más remota antigüedad, el ser humano ha sentido la necesidad de expresarse utilizando para ello lenguajes variados, pues la palabra no es el único que puede ostentar la exclusiva para este fin, aunque es obvio que es el más completo medio de expresión, aquel con el cual la persona expresa sus ideas y sentimientos de forma más cabal.

Otros diversos lenguajes son usados por el humano y todos ellos pueden complementarse para llegar al mismo fin cual es el de la COMUNICACION.

Según el mandamiento Superior que recogen todas las civilizaciones antiguas reflejado en sus crónicas místicas o históricas, el ser humano no ha sido hecho para la soledad. El mandato "creced y multiplicaos" es elocuente. Es indudable que la convivencia de grupos más o menos numerosos en un espacio común genera situaciones conflictivas que se han resuelto históricamente con la creación de normas que regulan esa convivencia; normas que afectan a la conducta de las personas que integran el grupo así como a sus actividades, estableciéndose una rígida jerarquización y reparto de funciones inquebrantables de modo absoluto.

La percepción de la belleza es inherente al ser humano que, una vez sentida dentro de sí, se plantea la necesidad de compartirla con quienes le rodean con lo que entramos ya en una cuestión de comunicación.

La comunicación dentro de esos grupos encuentra sus cauces establecidos por la organización interna a la que se atienen todos los miembros del colectivo. Así pues, en lo tocante al sentimiento estético, ¿quién expresa lo bello?. O más bien, ¿son conscientes de la belleza? ¿Son sensibles hasta tal punto de sentirse heridos por ese algo diferente, inmaterial, subjetivo, indefinido, que flota en el ambiente bañándolo, impregnándolo todo, que llama al espíritu de cada ser para poder ser gozado por él?.

¿Qué duda cabe de que el ser humano ha sido consciente, desde el principio, a la llamada de la belleza! Aunque para aquellas mentes rudimentarias no tuviera un enfoque similar al de la Humanidad del siglo XX, aquéllos materializaron su sensibilidad hacia lo bello transmitiéndonos muchos objetos en los que la estética descuella por encima de su valor utilitario.

Sin embargo, cabe suponer que el concepto de lo UTILITARIO primase por encima de cualquier otro. Incluso en esas primeras manifestaciones pictóricas que decoran tantas paredes internas de cuevas y abrigos naturales pues, según los investigadores del tema, parecen responder a una finalidad práctica aunque estuviesen impregnadas de conceptos mágicos tendentes a beneficiarse de la caza principal tema representado, ya que esa era su principal ocupación puesto que de ella dependía su propia subsistencia. Es fácil dedu-

cir su asentimiento a cualquier actividad más o menos ritual, de la que se esperaba pudiera facilitar la culminación satisfactoria de una actividad llena de trascendencia, tanto como para sacralizarla.

De entre la gran cantidad de actividades emprendidas por nuestros antepasados, voy a destacar la evolución experimentada en la manipulación de fibras textiles que les llevó, primeramente, a la confección de vestimentas con las que combatir una naturaleza agresiva y a las que, poco a poco, fueron añadiendo detalles puramente ornamentales cuya finalidad era, sin duda, exclusivamente estética.

Es realmente sorprendente comprobar cómo en épocas muy remotas la técnica textil alcanzó cotas de gran altura tanto en la calidad como en la belleza de las prendas. (De ahí a la aparición de la MODA sólo hay un paso, aunque éste implique el transcurso de unos cuantos miles de años).

Con el estado actual de los conocimientos sobre este tema, es muy difícil — podría decirse, sin temor a equivocaciones, que imposible — fijar históricamente el origen del vestido como resultado del proceso de hilado y tejido posterior.

Es lógico pensar que el arte de tejer tuvo como causa motora la necesidad de protegerse de los agentes externos extremadamente molestos, como es el caso de la lluvia, el frío, la nieve y no cabe duda de que tejer fuese una de las primeras actividades en que se ocuparon las manos de aquellos humanos primitivos. Hay que remontarse muy atrás en el tiempo para, tomando como base de apoyo

ciertos hallazgos arqueológicos, fijar algunas fechas que indican que esta actividad humana se realizaba en una antigüedad muy remota. (Ver el cuadro adjunto).

Parece ser que las primeras indumentarias a base de pieles son del período del Hombre de Rhodesia y de Oldoway (1) del Paleolítico Inferior y del período del Hombre de Neanderthal (Paleolítico Medio, Pleistoceno, última glaciación). Los datos correspondientes a este Hombre los verificó el Dr. Louis Leakey en el barranco de Oldoway (Tanganika) en 1.959. Los restos fósiles se encontraron entre cenizas volcánicas de 1.250.000 a 1.400.000 años de antigüedad y corresponden al tipo denominado "Zinjanthropus boisei", el "casi hombre" más antiguo del que se tiene noticia. La edad de esos restos de indumentarias se estima en 100.000 ó 130.000 años. Lógicamente, son prendas extremadamente rudimentarias confeccionadas con pieles de animales, pero ya aparecen cosidas con tendones ayudados por herramientas de hueso.

¿Cándo aparecieron los primeros esbozos de lo que podría denominarse "tecnología" del hilado y del tejido?. Su origen permanece sumido en las profundas tinieblas del pasado, pero se considera que el Hombre empezó a conocer el arte de hilar y tejer durante el Neolítico, entre los años 12.000 y 7.000 a. de C.

La llegada de la humanidad a este período no se produce a la vez en todas las zonas de la tierra, pues mientras que en Egipto y Oriente Próximo se sitúa hacia el 7.000 a. de C., en el Mediterráneo Oriental ocurre en el 4.000 a. de C. y en la Europa Occidental no se produce hasta el año 3.000 a. de C.

EVOLUCION CULTURAL

E R A	PERIODOS GEOLOGICOS		EVOLUCION HUMANA		EVOLUCION CULTURAL				DURACION (millones de años)
	PERIODO	DURACION	RESTOS ANTROPOLOGICOS	CAPACIDAD CRANEANA	PERIODO CULTURAL	PERIODOS ARQUEOLOGICOS	VESTIMENTA	PINTURA RUPESTRE	
ARCAICA o ARQUEOZOICA	AZOICO ARCAICO PRECAMBRICO								
PRIMARIA o PALEOZOICA	CAMBRICO ... SILURICO ... DEVONICO ... CARBONIFERO ... PERMICO	100 mill. 50 " 60 " 65 " 50 "							350
SECUNDARIA o MESOZOICA	TRIASICO ... JURASICO ... CRETACEO ...	30 mill. 45 " 75 "	.. Mamíferos .. Primates						140
TERCIARIA o CENOZOICA	EOCENO OLIGOCENO .. MIOCENO PLIOCENO ...	22 mill. 11 " 12 " 12 "	.. Homínidos: Paranthropus .. Australopithecus .. Raíz de madar (Lukino-KENIA) - 6 millones						60
CUATERNARIA o NEOZOICA	5.000.000	FASES							
	4.000.000	GLACIARES	.. Mandíbula de Lothagán - 5,5 millones		4.000.000				
		1ª	.. Trozo de húmero de Kanapoi - 4 millones						
	3.000.000	GUNZ	.. Huellas de pie Laetoli (TANZANIA)	300-400 cc. "Afarensis"	PALEOLITICO				
			2.500.000			3.000.000			
			HOMO HABILIS (Oldway)	650-780 cc.	INFERIOR	Cultura de los guijarros PEBBLE CULTURE		RECOLECTOR DE PLANTAS	
	800.000		1.500.000						
			HOMO ERECTUS	870-1075 cc.		800.000			
	400.000	2ª MINDEL				ABBEVILLENSE	Vestidos de piel cosidos con tendones y herramientas de hueso		
		PLEISTOCENO INTER-GLACIAR							
	300.000	MEDIO				300.000			
	150.000	3ª RISS				ACHELENSE			
	100.000	INTER-GLACIAR	100.000				PIELES	100.000	

150.000

....

(sigue)

(continuación)

E R A	PERIODOS GEOLOGICOS		EVOLUCION HUMANA		EVOLUCION CULTURAL				DURACION (millones años)
	PERIODO	DURACION	RISOS ANTROPOLOGICOS	CAPACIDAD CRANEANA	PERIODO CULTURAL	PERIODO, ARQUEOLOGICO	VESTIMENTA	PINTURA ROPESTRE	
	150.000 100.000 40.000	FASES GLACIA- RES	HOMO NEANDERTHALENSIS	1.350 a 1.723 c.c.	PALEOLITI- CO MEDIO 40.000	MUSTERIENSE o PERIGORDIENSE INFERIOR		Incisiones. Puntos de pintura ro- ja, etc.	
		INTER- GLACIAR							
		4 ^a WURM							
	PLEIS- TOCE- NO SUPE- RIOR	150.000 años	HOMO SAPIENS		PALEOLITICO	AURIGNIENSE o PERIGORDIENSE SUPERIOR o GRAVETIENSE 25.000		GEOMETRICO PURO: Identifica- ción difícil Contornos, formas sim- ples.	
	18.000	...	...	...	SUPERIOR	PROTO- MAGDALENIENSE	"TELAS" de: .. juncos trenzados .. cortezas .. ramas y hojas trenzadas	Geométrico figurativo. Puede iden- tificarse al sujeto.	
						SOLUTRENSE			
						15.000			
						MAGDALENIENSE			
						INFERIOR			
	9.000	...	...	...	9.000	MEDIO		Figurativo analítico: identidad con la mor- fología.	
						SOLUTRENSE			
						15.000			
						MAGDALENIENSE		Sintético: representa- ción esen- cial iden- tificable: LASCAUX	
						INFERIOR			
						MEDIO		Figurativo analítico: identidad con la mor- fología.	
						SUPERIOR			
							SANDALIAS DE LIBER (Cuevas del Pord/Rock)	Cornisa Cantábrica Pirineos Vascos Prepirineo francés	

EVOLUCION CULTURAL

PERIODO AÑOS		PERIODO CULTURAL	LUGAR DE COMIENZO	A R T E	RESTOS TEXTILES
MESOLITICO: Cría de animales. Cultivo de plantas					
N E O L I T I C O	8.000	NEOLITICO	Próximo Oriente		
	7.000				- Tejidos de textiles (Annkara) Tejidos de LINO (Sumer-)
			MEDITERRANEO		
	6.000			Primeras pinturas murales: Arte rupestre: Tassili Hoggar	- Tejidos de lana (Mar Caspio). TEJIDOS DE LINO: EGIPTO
		NEOLITICO ANTIGUO			
	5.000				- Tejidos de fibra vegetal (Europa: Palafitos) - Fragmentos de LINO (Europa: Palafitos)
		NEOLITICO MEDIO	Europa Central Mediterráneo Occidental		
	4.000		Balcanes		- Prendas de LINO (Egipto)
		NEOLITICO RECIENTE		. Cuevas del Levante español . N. de Africa: Cacería de ciervos Luchas de guerreros Escenas rituales	
	3.000		Europa Occid.		- Ropas de LANA (Tigris y Éufrates). Mucho textil de LINO (Egipto, Algodón (Egipto, India, Perú)
				2.500	- Tejido de LINO: Egipto (Tumbas) Tumba de Beni Hassan: pintura con cultivo de lino
	2.400				- Tapices de LANA (Montes Altai) ¿Telares en Europa?
				2.200	- Tejidos de LANA (Tablillas de Assur)
				1.500	- Tapicería del LINO Tutankamon: tapicería del LINO en color.(S. XIV a.C.: 1.300-1.400
				1.307	Dinastía XVIII: Bolsillo de lino para grano Egipto siglo XVI: Tumba de Tutmosis IV: Cubiertas de hilo. Motivos de color entretejidos

La Humanidad cambia sus hábitos nómadas y cazadores por otro tipo de actividades: se hace recolectora, doma animales, construye los monumentos megalíticos y aparece la AGRICULTURA, una de cuyas consecuencias es la producción de tejidos.

Antes de esa época ya se obtenían, sin embargo, "telas" rudimentarias, pues se sabe que trenzaban juncos, cortezas, ramas y hojas de plantas en el Paleolítico Superior (20.000 años a. de C.) para sustituir a las pieles de los animales. Como muestra, existen unas sandalias de líber de la época Prehistórica tejidas artísticamente con corteza de árbol, encontradas en las cuevas de Fort Rock, del estado americano de Oregón. Su edad fué fijada por el procedimiento físico-químico consistente en la medición de la descomposición radiactiva del carbono.

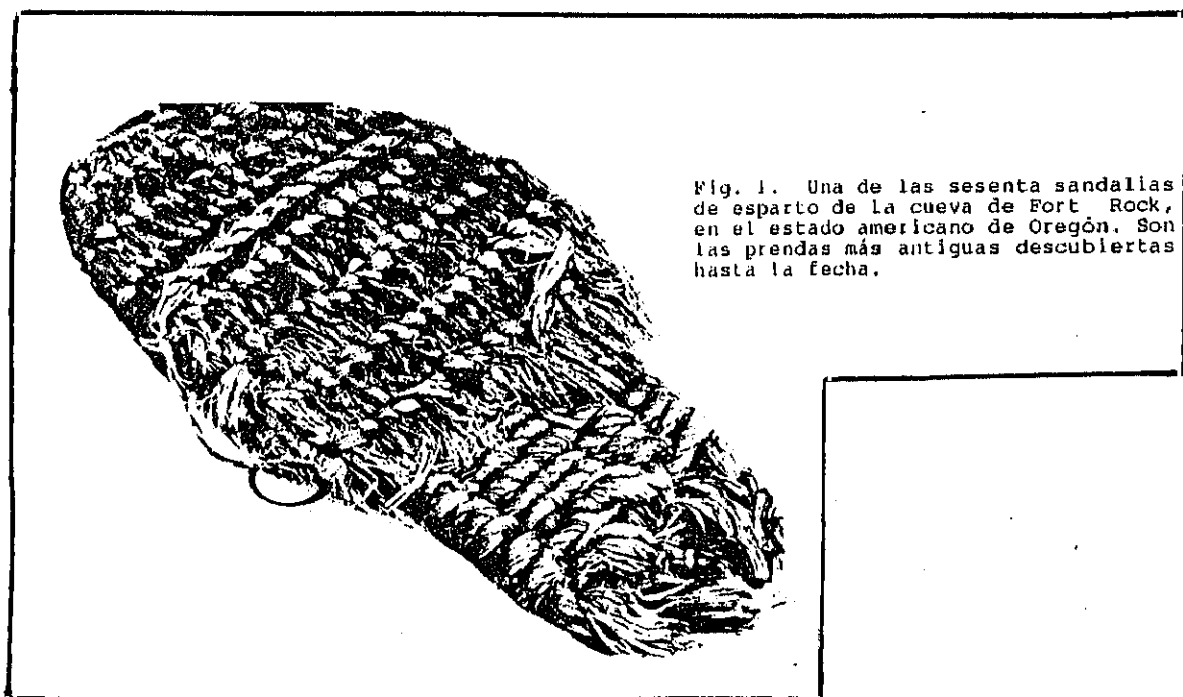


Fig. 1. Una de las sesenta sandalias de esparto de la cueva de Fort Rock, en el estado americano de Oregón. Son las prendas más antiguas descubiertas hasta la fecha.

EL CARBONO 14. RADIOCARBONO es un isótopo radiactivo del carbono, cuyo número de masa es 14 y se produce en la atmósfera bajo la acción de los rayos solares. Su absorción por los seres vivos ha dado lugar a la datación de la antigüedad de restos arqueológicos basándose en el tiempo que tarda en desintegrarse el CARBONO 14 contenido en un ser vivo.

Esas sandalias tienen una antigüedad de 9.035 (- 325) años y no se diferencian sustancialmente de algunos calzados artesanos de nuestros días, lo que pone en evidencia la potencia creadora del ser humano.

Como es natural, no se conserva nada de aquella época, pero algunos descubrimientos y las pinturas rupestres de algunas cuevas y objetos encontrados en conjuntos sepulcrales, suministran documentación para comprobar la antigüedad del vestido y adornos usados por la raza humana en aquellas épocas tan lejanas. Los yacimientos arqueológicos más importantes lo constituyen los de Egipto por una parte y por la otra, los de Mesopotamia, destacando los de Asia Central. También en Turquía, al sur de Ankara, en 1.961, se descubrieron vestigios de tejidos de unos 7.000 años a. de C.

Es evidente que el ingenio humano supo aprovechar las posibilidades que le ofrecía la Naturaleza circundante avanzando en el uso de las pieles de animales, ya que recientes excavaciones en el S.E. del Mar Caspio pusieron de manifiesto la existencia de habitáculos con una antigüedad de 6.000 a. de C. en los que se evidenciaba que ya entonces, las cabras y ovejas eran animales domésticos, aprovechándose ya su lana para hilar y tejer.

Pudiera considerarse como estadio preliminar a la técnica del tejido, el uso de cortezas de algunos árboles (morera o higuera) haciéndolas tiras, sometiéndolas a remojo y posterior golpeado para conseguir su unión.

Veamos seguidamente, a través de varios mapas, el reparto de la actividad textil por el mundo:

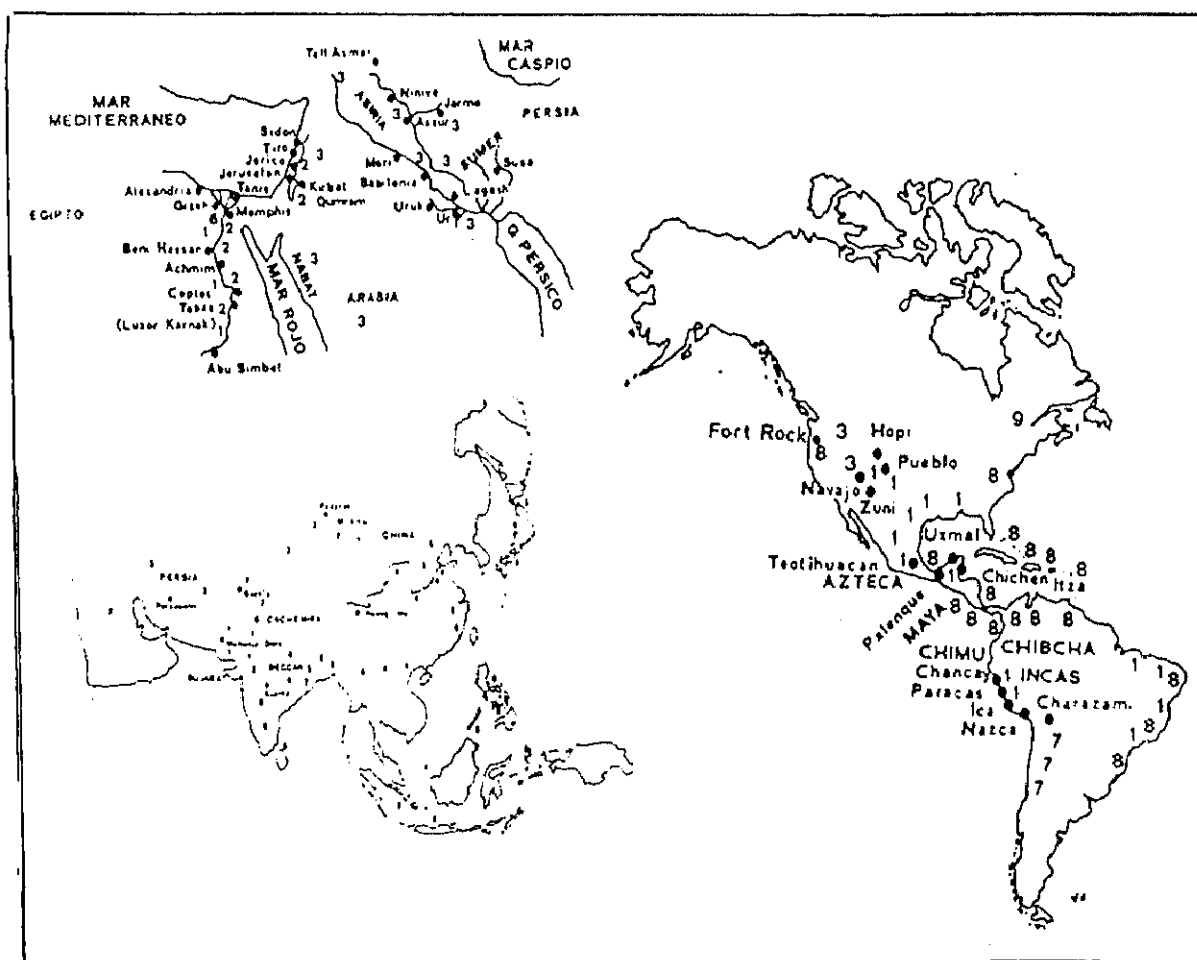
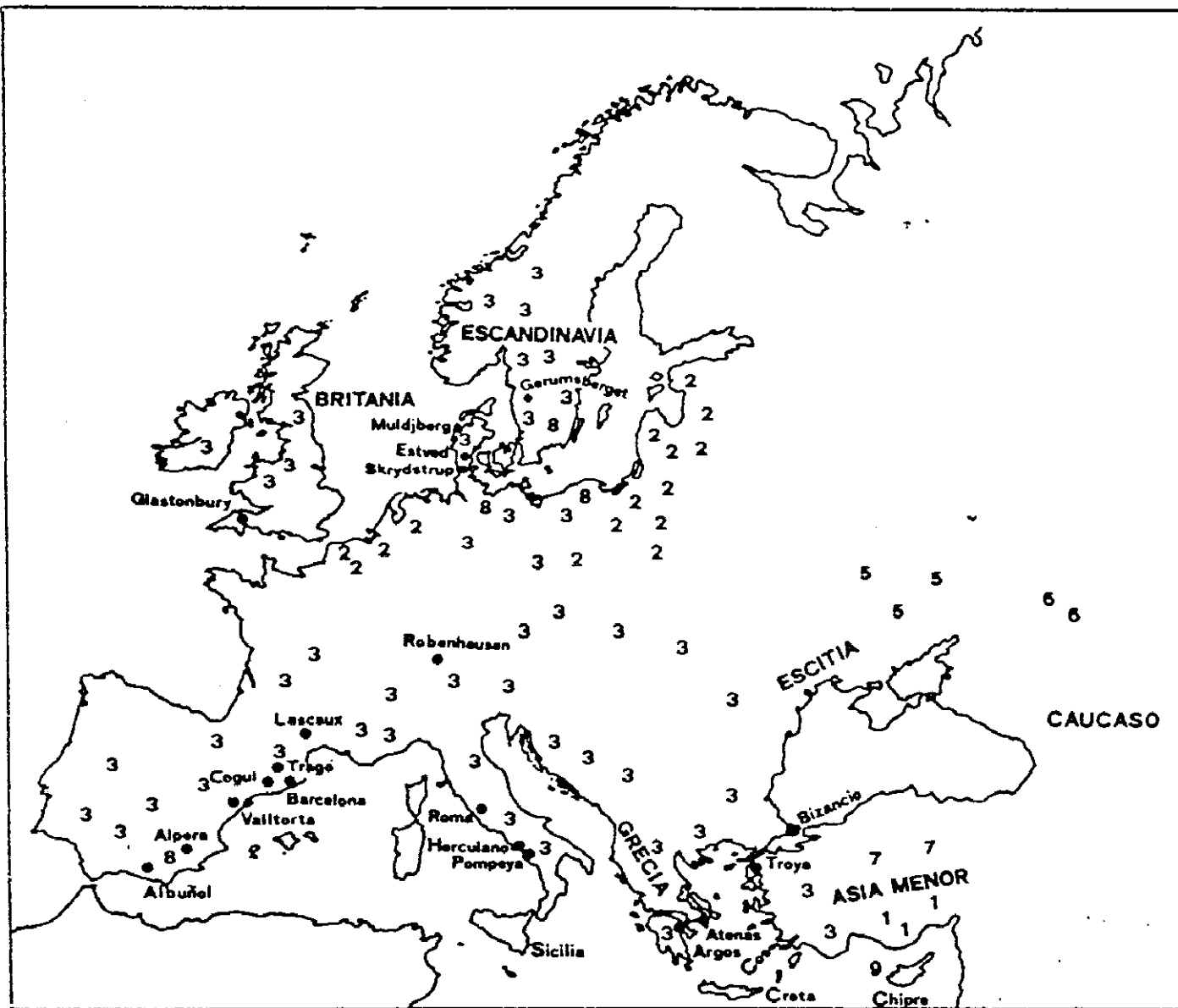


Fig. 2. Las fibras textiles en las civilizaciones antiguas y en la América precolombina.

1. Algodón
2. Lino
3. Lana
4. Seda y seda tussor
5. Yute y cáñamo
6. Ramlo
7. Pelos de animales
8. Fibras vegetales menores
9. Fibras minerales

Las fibras textiles en la Europa antigua:

1. Algodón
2. Lino
3. Lana
4. Seda y seda tussor
5. Yute y cáñamo
6. Ramio
7. Pelos animales
8. Fibras vegetales menores
9. Fibras minerales



fragmento de tejido descubierto en 1.961 al sur de Ankara. (2)

Algunos grabados demuestran que por el año 4.000 a. de C. floreció la agricultura y que en Egipto existían prendas de lino de gran finura.

STRAZYGOWSKY opina (3) que 4.000 años a. de C. las tribus nómadas de Persia ya utilizaban las alfombras.

Entrando ya en el tercer milenio antes de Cristo, los restos son ya más numerosos. A partir de esta fecha hay trazas del uso del algodón en Egipto, junto con el lino y la lana. De la misma época data su empleo en la India según se desprende de las excavaciones realizadas en Mohenjo-Daro, en el valle del Indo y en América del Sur, especialmente en Perú.

Hacia el 2.400 a. de C. los yacimientos del Tell Asmar, de Asia Menor y los de las Tumbas de Pazyryk, en los Montes Altai, descubiertas por Rudenko en 1.953, demuestran el uso de la lana para recubrimiento de paredes y tapices.

Las tablillas cuneiformes sumerias del período Assur encontradas en Ur, correspondientes al año 2.200 a. de C., demuestran que la lana y sus derivados fueron objeto de un comercio muy activo y, según Plinio, los babilonios y asirios eran excelentes tejedores. Una tabla de arcilla encontrada en Ur da el nombre de un taller que tejía para los sacerdotes así como los nombres de los tejedores. (4)

En general, las civilizaciones antiguas de las cuencas de los

dependiendo de diversos factores, como puede ser el hecho de que no todos los grupos humanos que poblaban la tierra en aquellas épocas remotas alcanzaron al mismo tiempo el grado de evolución y desarrollo que significó el Neolítico, a la vez que la incidencia del factor climático reviste gran importancia para la conservación de restos textiles de mucha antigüedad, pues una meteorología húmeda no lo permite. Sin embargo, pueblos antiguos desaparecidos hace milenios, han dejado documentos que permiten establecer cotas de antigüedad para la industria textil como ocurre con ciertas representaciones pictóricas encontradas en los palacios de la zona del Tigris y Éufrates que demuestran que en Babilonia, Ninive, Ur y otras ciudades, conocían el arte textil.

Los datos obtenidos de excavaciones arqueológicas y de la observación y estudio de pinturas que decoran palacios antiguos, evidencian que los primeros tejidos usados por la especie humana eran confeccionados con LANA y LINO, es decir fibras animales y vegetales, aunque algunos autores sostienen la hipótesis de que el algodón como textil, es anterior, remontando su uso hasta el año 12.000 a. de C. (El algodón como vegetal se remonta al Plioceno).

(1)

Excavaciones en el S.E. del Mar Caspio sacaron a la luz habitáculos de 6.000 años de antigüedad en donde se evidenciaba la domesticación de cabras y ovejas y el aprovechamiento de su pelo para hilar y tejer. También en Sumer, hacia el 7.000 - 6.000 a. de C. se tejía lino y lana aunque la humedad de la zona no ha permitido la conservación de los productos del tejido. Perteneciente a la misma época se considera el primer hallazgo textil de la antigüedad: un

De entre todo el abanico de fibras aprovechadas para la confección de tejidos y vestimentas, voy a centrarme exclusivamente en aquellas que tienen relación directa con el objetivo de este estudio. Por lo tanto, prescindo de las fibras animales y, de entre las vegetales, solamente trataré del LINO y ALGODON fundamentalmente y con una breve mención al CAÑAMO, pues son las más frecuentemente empleadas en la elaboración de los soportes de pintura, cuando éstos son tela.

Aunque la tecnología moderna ofrece al mercado numerosas variedades de fibras no naturales, de producción sintética, sólo haré referencia a un número reducido de ellas pues, como he dicho anteriormente, las tradicionales en el campo del Arte son las mencionadas. Dejo para otros la investigación de las posibilidades y del comportamiento como material soporte de una pintura, del variadísimo espectro de las fibras sintéticas y otras que no sean las aquí mencionadas.

Veamos, entonces, a través de qué caminos, ciertas fibras vegetales han llegado a ser parte fundamental de una obra de arte como es la pintura.

Conseguir la fibra vegetal implica la existencia de cultivos, es decir, de la AGRICULTURA, que es propia de pueblos sedentarios; recordaremos que la especie humana se hizo sedentaria en el Neolítico y que los restos textiles de que se tiene noticia datan de este período (ver cuadro pág. 21)

La antigüedad de restos textiles varía de unas zonas a otras

ríos Tigris y Éufrates han proporcionado datos que permiten conocer la existencia de ropajes en el milenio tercero a. de C. aunque parecen ser ¿telas? que imitan el aspecto de vellones de lana.

La evolución de Europa fué más tardía, quizá por estar más alejada de los centros culturales de la Antigüedad. Los hallazgos textiles europeos de mayor antigüedad proceden del periodo Neolítico, del 5.000 al 2.000 a. de C. y se trata de restos de tejidos confeccionados con fibras vegetales que sirvieron, probablemente, como redes de pesca, bolsas, esterillas o cortinas, habiéndose encontrado, también, fragmentos de lino. Los que han llegado a nosotros se conservaron en las construcciones lacustres o pantanosas de Suiza, Sudáfrica, Italia y Sur de Alemania.

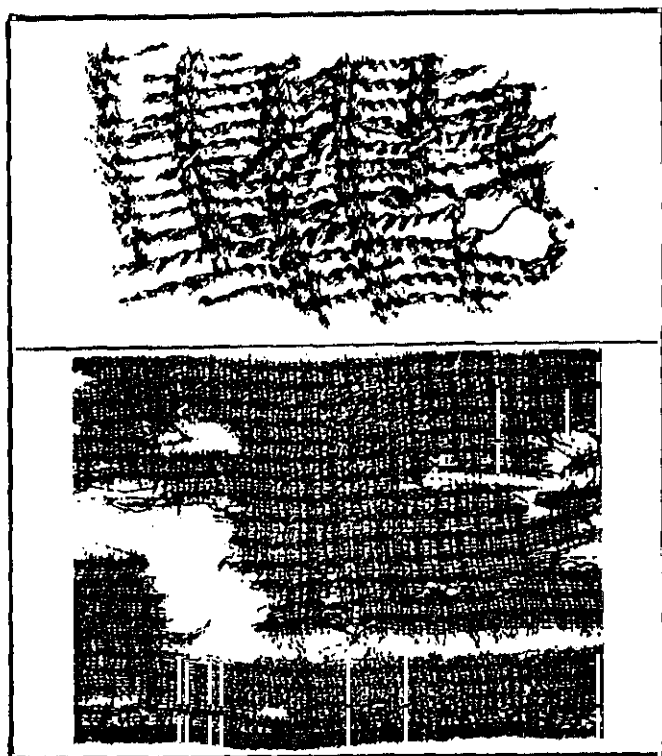


Fig. 4. Fragmentos de malla -(arriba) y de tejido (abajo) encontrados en una edificación lacustre de Wetzikon-Robenhausen, cantón de Zurich. Ambos restos textiles proceden de la Epoca de la Piedra y son de lino.

Algunos escritores antiguos se ocuparon de los palafitos en los que se sabía que vivían los hombres del Neolítico en Europa, tales

como Herodoto (484 - 424 a. de C.) y el sarraceno Albufeta en el siglo XIII d. de C., pero los arqueólogos no concedieron demasiada importancia al tema hasta que en 1.839 se desecó un lago en Meath (Irlanda) poniendo al descubierto los restos de uno de ellos y, más tarde, otro en Escocia. Pero el descubrimiento más importante ocurrió en el invierno de 1.853-54 en Suiza, pues, a causa de la gran sequedad del invierno, quedaron al descubierto los fondos de varios lagos y, en uno de ellos — concretamente en Robenhausen (Wetzikon), en el lago de Zurich — hallaron los arqueólogos las pruebas que corroboraban la existencia de los palafitos.

Respecto al conocimiento de la historia del textil, este descubrimiento fué decisivo pues se hallaron, entre los restos, pesas de telar en piedra y cerámica, husos de hilar hechos de madera y restos de fibra de lino salvaje y cultivado, así como tejidos de lino y lana que parecían haber sido teñidos. Estos textiles son prueba de gran habilidad ya que eran fabricados trabajosamente con los dedos en pesados telares verticales. De acuerdo con esta técnica textil, la trama era pasada a mano a través de la urdimbre que se mantenía fuertemente estirada por medio de piedras. Se cree que el telar fué utilizado en el centro y norte de Europa en la primera mitad del milenio segundo a. de C. o quizás antes y que aproximadamente en el año 1.000 d. de C. se transformó en el telar de pedal.

En otros palafitos cercanos a Glastonbury (Somerset, Inglaterra), fueron hallados más restos ya en 1.910, pero su antigüedad es menor que los de Robenhausen, pues se han datado hacia 1.750 años a. de C., aunque las opiniones están divididas al respecto.

Respecto al conocimiento de las técnicas textiles, en América, parece ser que en Perú, unos 2.500 años a. de C. se conocía el ALGODON y está comprobado que los mayas, en México, utilizaron esta fibra en el 635 a. de C. Vestigios del uso del algodón se han encontrado en América del Norte datados en unos 500 años a. de C. en la zona que ocupan actualmente los estados de Utah, Texas y Arizona.

También en la Península Ibérica se han encontrado restos pertenecientes al Neolítico: trenzados en la cueva de los "Murciélagos", Albuñol (Granada), túnicas y cestas en forma de vasos, suelas de alpargatas y algo parecido a un capazo. El tejido es fino y la materia es el esparto.

Hay otros tipos de restos, especialmente decoraciones de objetos de cerámica, que hacen pensar en una fuerte inspiración basada en ciertos tipos de tejidos, como improntas de trenzados, cuerdas y esteras.

Restos de útiles propios de la industria textil se han encontrado en restos de poblados ibéricos, como son bolsas de cerámica con uno o dos orificios, restos de pesas de telares muy primitivos, fusayolas de cerámica. Incluso se encontraron restos de lino de la Edad del Bronce en la provincia de Almería. (5)

Mención especial hay que hacer del desarrollo de la industria textil en Egipto en donde alcanzó cotas de gran perfección y calidad.

Egipto conoció el tejido de lino desde muy antiguo; apenas

utilizaron la lana por considerar impuras las fibras animales, aunque después de la conquista de Alejandro Magno (siglo IV a. de C.), se empleó para confeccionar prendas de uso cotidiano. Cuesta trabajo comprender que el arte de tejer alcanzase su perfección en Egipto hace 6.000 años, pero por entonces los egipcios ya eran capaces de tejer telas muy finas en forma de vendas de exquisito lino para envolver a las momias y embalsamar a los muertos; estas telas llegaron a medir 1,5 m. de ancho por 1,8 m. de largo. Una de ellas tiene, probablemente, una antigüedad del 2.500 a. de C. y tiene una densidad de 216 hilos/cm². (Hay que tener en cuenta que hasta hace pocos años, las telas más tupidas, tejidas por máquinas modernas, daban 140 hilos/cm². y los fabricantes no las consideraban muy factibles. Comparando ambos datos es fácil comprobar la extraordinaria finura del tejido egipcio).

En Mirgissa (Sudán), se encontró un pequeño bolsillo de una antigüedad comprendida entre el siglo XII al principio de la XVIII Dinastía (entre 1.500 a 1.200 a. de C.) que contenía granos de cereales. Está constituido por una tela de LINO y su estado de conservación puede calificarse de extraordinario, pues aún es reconocible la estructura de las fibras textiles, aunque las células presentan grietas a causa del envejecimiento. Cabe pensar en las condiciones climáticas de la zona como causa de su excelente conservación.

Los dibujos, pinturas murales y relieves que han llegado a nosotros, nos permiten conocer los procedimientos empleados por los egipcios en el arte textil. A través de ellos se nos muestra el cultivo del lino, su preparación, hilado de las fibras y a los

operarios realizando labores de tejidos en telares de urdimbre vertical y horizontal.

Del año 1.400 a. de C., procedente de la tumba del rey Tutmosis IV, son una serie de cubiertas de hilo con motivos multicolores entretejidos que se guardan en el Museo del El Cairo.

Las complicadas contumbres funerarias del antiguo Egipto proporcionan un rico caudal de datos, sobre todo en lo que se refiere al tema que nos ocupa, pues todos los géneros textiles empleados en el enterramiento eran de lino: el cadáver del rey, cuidadosamente embalsamado, se envolvía en muchos metros de delicadas vendas de lino meticulosamente plegadas y entrecruzadas.

Las telas egipcias más antiguas son lisas pero no tardó mucho en aparecer la ornamentación motivada por la necesidad de representar símbolos religiosos. Según CARLYLE, historiador y ensayista escocés (1.795-1.881), la decoración es el primer afán espiritual del hombre y, desde esta primera necesidad, la ornamentación ha sido siempre una expresión vital. Los egipcios incluyeron en las telas que depositaban en las tumbas, representaciones de animales y personas para que el muerto pudiera estar tan bien atendido en la otra vida, como lo estuvo en ésta.

Esta creencia en la continuidad de la vida en el más allá, motivó también la decoración de las paredes de las tumbas, que relataban la vida del muerto. En la tumba de Beni-Hassan (hacia el año 2.500 a. de C.), en una de las representaciones pictóricas, se representaba el cultivo del lino (ver Fig. 38); en otra, aparece un

telar vertical con tejedores trabajando en él. Así mismo, pueden observarse en las pinturas los motivos ornamentales de las vestiduras de los personajes representados.

Del año 1.500 a. de C. hay muestras muy variadas de la tapicería del lino. El lino finísimo que tejieron durante siglos, era el fondo sobre el que bordaban la ornamentación: flores de loto, el árbol de la vida y otros motivos similares. A esto se llamó "tapicería" y algunos ejemplares se encontraron en la tumba de Tutmés IV, abierta en Tebas en 1.903. El Museo de El Cairo expone tejidos de esa época.

También en la tumba de Tutankhamon (siglo XIV a. de C.) se encontraron tejidos muy hermosos de tapicería de punto en lino coloreado o con abalorios.

Si bien se sabe que los egipcios usaban telas para colgar en las tiendas de campaña, se han desenterrado muy pocas. El núcleo más importante para investigar sobre los tejidos egipcios lo constituyen las mencionadas vendas de lino de los enterramientos y las vestiduras.

Hasta aquí he hecho una breve exposición de la antigüedad conocida sobre el uso de la industria textil en los pueblos primitivos y civilizaciones antiguas. A partir de la entrada en los tiempos históricos, ya existen documentos de índole variada que permiten reconstruir no sólo el tipo de cultivos textiles predominantes en distintas zonas de la tierra, sino la aparición y evolución de las distintas "MODAS" en los ropajes y vestimentas, así como las rutas abiertas para realizar el comercio textil.

No voy a entrar en ese apartado, pues creo que se aleja del objetivo de este estudio, ya que mi único propósito ha sido, hasta aquí, hacer un breve recorrido en el tiempo para conocer cómo pudo iniciarse la elaboración de textiles constatando la antigüedad de la industria o arte textil.

1.1. BOTANICA DE LAS FIBRAS TEXTILES NATURALES

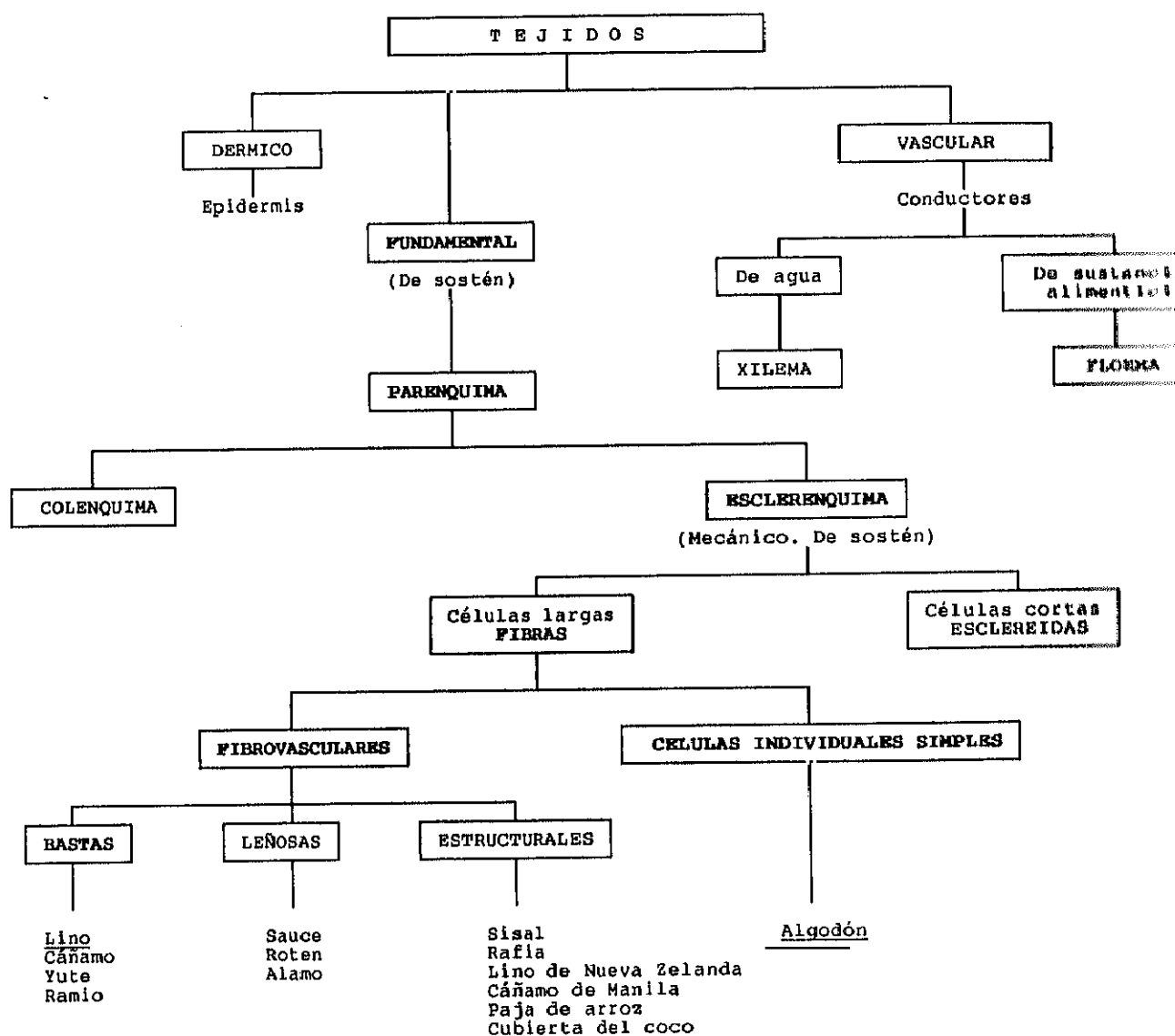
La fibra, materia prima de muchas industrias, es una unidad estructural cuyo origen es VEGETAL - ANIMAL - MINERAL. Las que utiliza la industria textil, independientemente de su procedencia, reciben la denominación de "FIBRAS TEXTILES".

Las fibras textiles que pertenecen al mundo vegetal se forman por síntesis en los órganos de las plantas siguiendo procesos vitales de ellas. Unas veces son parte esencial de la planta (lino, cáñamo) y otras son accesorias y circunstanciales (algodón).

Como materias textiles, las fibras, cualquiera que sea su origen, han de tener la suficiente longitud, cohesión y fuerza para permitir la formación de una hebra continua adecuada para la fabricación de artículos útiles. Además, han de poseer otras cualidades como son: flexibilidad, elasticidad, fuerza tensil, longitud, cohesión, firmeza, porosidad, brillo y duración.

Dentro del conjunto de sistemas distintos que integran la planta, las fibras textiles tradicionalmente usadas en la confección de prendas variadas, forman parte del tejido fundamental de ella llamado "PARENQUIMA".

Por medio del esquema que se expone a continuación, puede comprobarse cuál es la ubicación de las fibras textiles vegetales dentro de los tejidos vegetales de la planta, incluyéndose, además, una breve reseña sobre la estructura de los elementos que aparecen reflejados en el mismo con el fin de comprender el funcionamiento de la estructura vegetal.



1.1.1. La célula. Membranas. Tejidos

La célula es la unidad fundamental de todo organismo y consta de partes vivas cuales son:

PROTOPLASMA = Citoplasma + Núcleo

MEMBRANA CELULAR . O "Metaplasma" que viene a ser como una segregación de las otras dos

PROTOPLASMA. Este término fué propuesto por el fisiólogo alemán PURKINJE (1.839) para designar el contenido vivo de la célula.

El citoplasma es el contenido celular situado entre la membrana plasmática y la nuclear; tiene aspecto de sustancia viscosa, transparente, no soluble en el agua, de naturaleza coloidal aunque no es un "sol" (o dispersión coloidal), ni un "gel".

(COLOIDAL: Estado de la materia en el cual una sustancia está dispersa en el seno de otras en forma de partículas cuyo tamaño está comprendido entre 1 y 1.000 nm., es decir, intermedio entre disolución y suspensión. Con el nombre de "sol" se entiende a la dispersión en general, pero si pierde algo del líquido por evaporación, se llama "gel".)

Su estructura está determinada por macromoléculas de proteína que se unen entre sí por medio de cadenas laterales dando lugar a la formación de un fino retículo entre cuyas mallas se encuentran sales minerales disueltas en agua, entre otras

sustancias. El citoplasma contiene:

- a) Condriosomas, pequeñísimas masas incoloras solo visibles con el ultramicroscopio o con el microscopio óptico utilizando la tinción adecuada. Parece ser que son partículas coloidales en vías de deshidratación compuestas de proteínas, lípidos y ácido ribonucleico (ácido orgánico).
- b) Centrosomas u orgánulos de composición no bien conocida, situados cerca del núcleo que proliferan hasta convertirse en un cuerpo alargado siendo los que darán origen a cilios y flagelos.

El núcleo es uno de los componentes vitales de la célula, constante en todas ellas excepto en los Esquizomicetos y Cianofíceas. Su forma, generalmente, es redondeada con un tamaño que varía de 1 a 50 μ y compuesto, principalmente, de "cromatina" o nucleoproteido constituido por ácido nucleínico y proteína básica. Interviene directamente en los cambios de vida de la célula y cuya división inicia el proceso de la reproducción nuclear.

MEMBRANA CELULAR. Envuelve y protege a toda célula vegetal. Es una película delgada que constituye el límite de otras estructuras celulares, como los orgánulos citoplásmicos y el núcleo de las células eucariotas. Su espesor oscila entre 70 Å y 80 Å y se compone de varios estratos creciendo en longitud y grosor por intususcepción (modo de crecer los seres orgánicos que asimilan interiormente, a diferencia de los inorgánicos,

que solo crecen por yuxtaposición) y por aposición de nueva sustancia.

Varias sustancias forman parte de la membrana celular dando lugar a diversos tipos de ellas:

- a) Membrana celulósica. Formada exclusivamente por celulosa, glúcido semejante al almidón. Es filiforme disponiéndose de forma entremezclada como una red.
- b) Membrana celulosopéctica. Además de celulosa, contiene pectina, muy abundante en la membrana de las células de los frutos maduros, de estructura coloidal gelatinizante.
- c) Membrana de lignina. Con moléculas de forma discoidal, polvo negruzco que rellena el retículo de la membrana dando a ésta rigidez y dureza extraordinaria.

Hay otros tipos de sustancias y de membranas: de cutina, de esporopolenina, de calosa y de suberina, conteniendo ceras, micosina (en Hongos), aniloides (en Ascomicetos), pigmentos tánicos y flobágenos, carbonato cálcico (en Algas), sílice.

TEJIDOS VEGETALES. Las plantas están formadas por unidades morfológicas, las células, que se asocian formando masas coherentes llamadas "tejidos".

Una planta vascular dicotiledónea, según la clasificación de Sachs (1.875), se compone de tres sistemas de tejidos:

- 1.- **DERMICO:** envoltura exterior protectora de la planta. Es

la "epidermis". El sistema dérmico son las células de la epidermis que forman una capa continua sobre la superficie del cuerpo. Varían de forma pero, a menudo, son tabulares o con forma de tabla; otras, tienen forma de pelos o tricomas, pelos radiales.

2.- VASCULAR: son los tejidos conductores floema y xilema, ambos con muchos tipos de células:

a) Xilema. Las células del xilema forman un tejido estructural asociado al floema y se extiende por todo el cuerpo de la planta. Conduce el agua, almacena y es soporte. Las células mecánicas son de dos clases: "fibras" o células largas, y "esclereidas" o células cortas.

b) Floema. Las células del floema forman un tejido complejo a lo largo de toda la planta junto al xilema. Su misión es el transporte y almacenamiento de sustancias nutritivas y elementos de sostén; las células de sostén son "fibras" y "esclereidas".

3.- FUNDAMENTAL: Tejidos de sostén. Es el PARENQUIMA que puede modificarse como tejido de sostén de paredes engrosadas o "colénquima" y el "esclerénquima" o elemento mecánico muy especializado.

a) El Parénquima. Las células del parénquima forman tejidos continuos en el córtex del tallo, raíz y mesofilo

de las hojas. El mesofilo es el parénquima de las hojas vegetales limitado entre las capas epidérmicas superior e inferior. Hay dos tipos:

- "Parénquima asimilador" bajo la epidermis del haz, rico en cloroplastos, cuya función es llevar a cabo la fotosíntesis de los hidratos de carbono.
- "Parénquima esponjoso" entre el anterior y la epidermis del envés, con amplios espacios intercelulares que faciliten el intercambio con el medio externo.

Se presenta como cordones verticales y radiales de los tejidos vasculares. Son células vivas capaces de crecer y dividirse de formas variadas, a menudo poliédricas, estrelladas y alargadas. Le incumbe al parénquima la fotosíntesis, el almacenamiento de sustancias y cicatrización de heridas.

El parénquima es tejido compuesto relacionado con la actividad vegetativa de la planta. Es una sustancia fundamental para ella en la que se hallan incluidos otros tejidos, especialmente el vascular. Constituye la base de la planta y es asiento de varias funciones vitales de la vida vegetal: fotosíntesis, respiración, almacenamiento, secreción y excreción; es decir, actividades que requieren protoplasma vivo.

Sus células contienen almidón, proteína, grasas, aceites, azúcares, hidratos de carbono, amidas, agua, taní-

no. Es, por tanto, un tejido de células vivas, con paredes finas, asiento del sustento de las plantas ya que sus células actúan como reserva de las sustancias mencionadas. Contribuye al movimiento del agua y de los metabolitos (sustancias que actúan como sustrato de un proceso metabólico o reacción enzimática o bien es producida por éste).

- b) El Colénquima. Es un tejido vivo de células más o menos alargadas de gruesas membranas primarias no lignificadas. Su función principal es la de sostén. Es tejido simple pues solo tiene un tipo de células que son un poco más largas, por lo general, que las del parénquima. Es el primer tejido de sostén en tallos, hojas y partes florales y es el principal apoyo en la mayoría de las dicotiledóneas adultas. Es generalmente periférico en tallos y hojas y contiene protoplasmas vivo de células adultas.

Las células de este tejido se agrupan en cordones o cilindros cerca de la corteza del tallo y pecíolos. Como tejido vivo, está relacionado con el parénquima. La forma de sus células es desde prismática hasta muy alargadas.

- c) El Esclerénquima. Es un tejido vegetal cuya función principal es de tipo mecánico. Tiene paredes gruesas, lignificadas, formado por fibras apuntadas y otras

agrupadas como esclereidas. Las células, de membranas engrosadas, a menudo lignificadas, dan resistencia a la planta frente a agresiones externas (tirones, pesos, torceduras, presiones, etc.) y forman masas continuas o también pequeños grupos. Se desarrollan en cualquier parte de la planta. Se dividen en: "fibras" o células largas y "esclereidas" o células cortas. Cuando son adultas crecen de protoplasma vivo.

Las células llamadas "fibras" se encuentran en el córtex formando cordones separados o cilindros en el floema, como casquetes o vainas asociados a los haces vasculares; también en grupos o dispersos en el xilema y floema.

En los tallos de las dicotiledóneas se encuentran en la parte más externa del floema formando cordones más o menos grandes o láminas tangenciales. En algunas plantas (como el Linum entre otras), en el floema solo hay fibras periféricas; en las Boehmeria, por ejemplo, se desarrollan en el floema secundario en número reducido.

El tallo de una planta adopta generalmente una forma cilíndrica hueca, más o menos continua, o separado por cortes a modo de cordones unidos unos a otros.

Vista su sección transversal en los entrenudos y teniendo en cuenta los tres sistemas de tejidos expuestos, encontramos que en un tallo cilíndrico sólido, el

tejido fundamental entre la epidermis y el vascular se llama CORTEX. Si, además, el tejido vascular fuese de forma cilíndrica y hueca, encierra una parte del tejido fundamental que es la MEDULA.

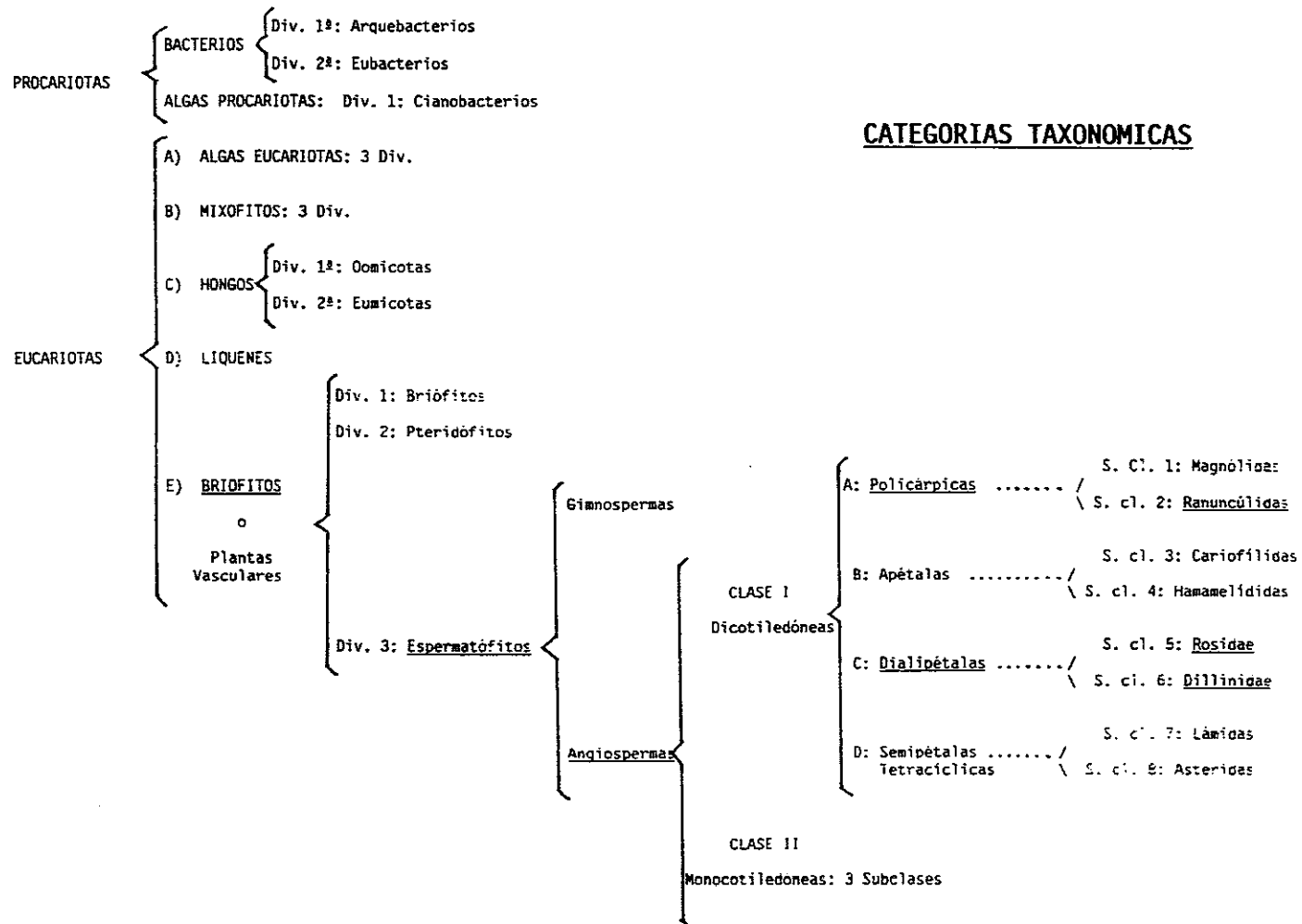
1.1.2. Las fibras textiles en el reino vegetal

Antes de comenzar la descripción de las fibras textiles, conviene saber cuál es su situación dentro del mundo vegetal. En primer lugar, hay que ubicarlas dentro del sistema de ordenamiento de todas las especies vegetales para, después, conocer su lugar dentro del organismo vegetal — la planta — y así comprender mejor su estructura, propiedades y, como consecuencia de ello, la finalidad a que se le destina en el campo de las industrias humanas.

Para no hacer excesivamente farragosa la exposición, no serán mencionadas diversas categorías intermedias en la clasificación ya que, por otra parte, no son imprescindibles para precisar cuál es la situación de las plantas textiles que nos ocupan.

Siguiendo las categorías taxonómicas de E. STRASBURGER, se puede hacer un esquema clasificatorio incluyendo previamente el siguiente apéndice en el que aparecen indicados los sufijos que corresponden a cada categoría:

CATEGORIA TAXONOMICA	SUFIJO	ABREVIATURA
Reino	OTA	
División	PHYTA	- Div.
	PHYCEAS	
Clase	/ \ MYCETES	- Cl.
Subclase	IDAE	- S. cl.
Superorden	ANAE	- S. or.
Orden	ALES	- Or.
Familia	ACEAE	- Fam.
Género .....	.....	- Genus
Especies .....	.....	- Sp.



En la página 48 se expone una división pormenorizada a partir de las subclases, principalmente de las que afectan a las plantas textiles en estudio.

NOTA: El subrayado indica que en las correspondientes categorías se encuadran las especies de fibras textiles que aquí se tratan.

Las bacterias pertenecen al reino PROCARIOTA formado por organismos cuyas células tienen una organización mucho más sencilla que las de la gran mayoría de animales y plantas. Comparando células de unos y otros, los procariotas sí tienen los nucleoproteidos característicos del núcleo, pero en ellas la cantidad de los mismos es muy inferior y su organización es más primitiva; por ejemplo, falta una membrana nuclear, pero los bacterios y las algas cianofíceas se distinguen con el nombre de PROCARIOTAS, frente a los provistos de núcleo auténtico llamados EUCARIOTAS.

Por lo tanto, la célula procariótica no posee auténtico núcleo, o sea, núcleo protegido por una envoltura. En su lugar existen uno o varios "equivalentes nucleares o nucleoides". La pared de la célula procariótica se compone de sustancias heteropolímeras que, hasta el momento, no han sido observadas en ningún organismo eucariótico; en realidad, la pared celular es una molécula gigante sacciforme de composición química especial que contiene polisacáridos y se mantiene unida en forma reticular por valencias principales.

Mientras los eucariotas están plenamente adaptados al oxígeno, los procariotas se comportan de un modo variado respecto al mismo. En ellos se da el paso de la intolerancia absoluta respecto al oxígeno hasta su necesidad inexcusable de él.

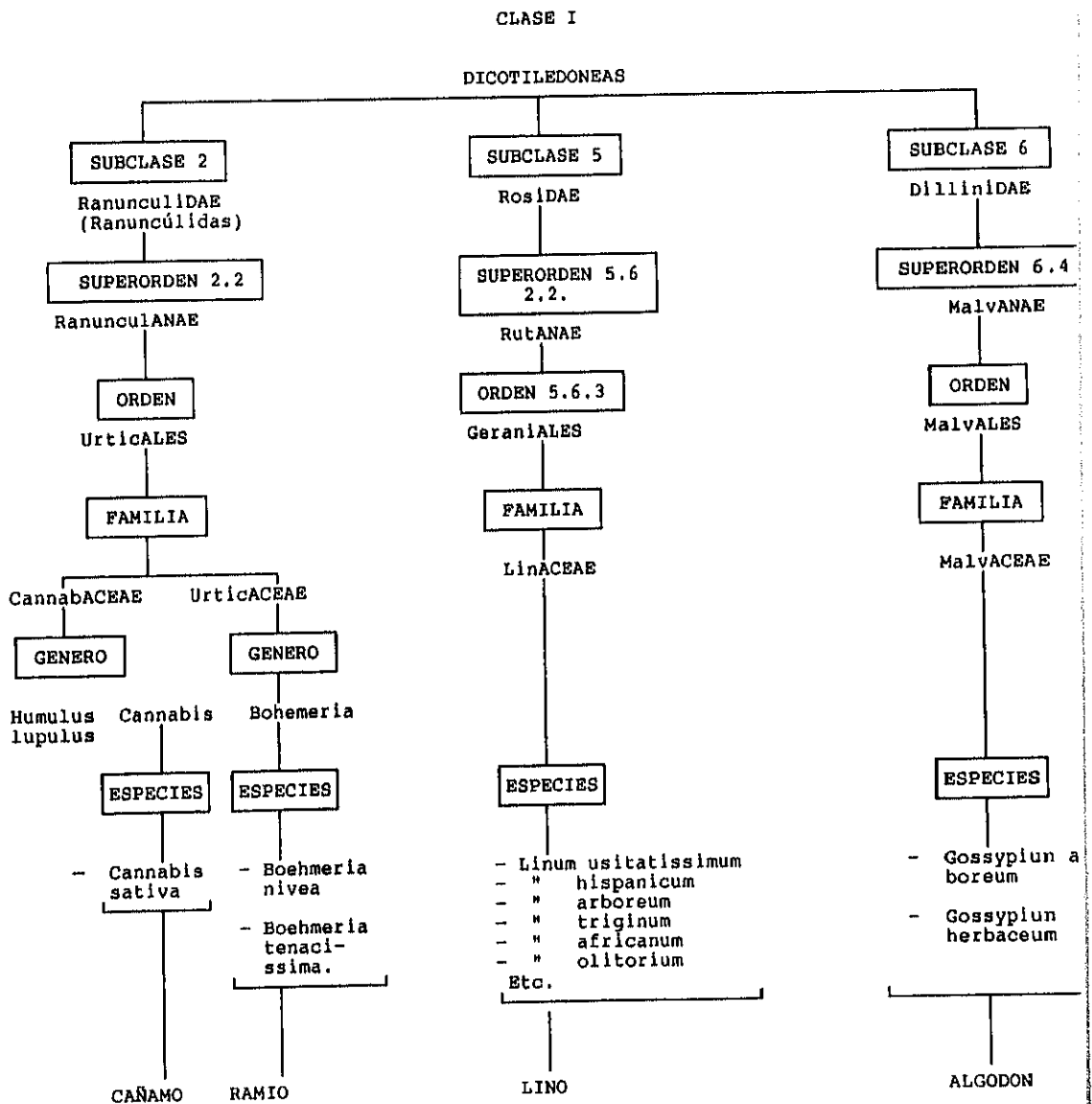
La capacidad de fijar nitrógeno atmosférico se halla limitada a los procariotas estando en ellos muy extendida.

Se organizan en dos tipos:

a) Bacterios

b) Algas procariotas

Del reino EUCARIOTAS, tomemos la clase I de DICOTILEDONEAS para acercarnos al estudio de las fibras textiles que nos interesan, viendo el lugar que ocupan dentro de la organización de la clase mencionada.



C A Ñ A M O

SUBCLASE 2: RANUNCULIDAE (Ranunculíidas)

SUPERORDEN 2.2: RANUNCULANAE

SUPERORDEN 4.5.:

URTICALES. Preponderan vegetales leñosos pero también formas herbáceas. Poseen flores corticales que se usan industrialmente.

FAMILIAS:

CANNABACEAE o Cannabinaceae. Sólomente hay dos Géneros:

- "Humulus lupulus", el lúpulo.
- "Cannabis sativa" originario del sur de Asia y se cultiva en Europa para beneficiar sus cordones de fibras liberianas que alcanzan de 1 a 2 metros de largo; no tanto por las semillas oleaginosas. El extremo de las ramas desecado, ricas en resina narcótica, se emplea para fumar con el nombre de "Haxis", "kif" o "marihuana".

L I N O

SUBCLASE 2: ROSIDAE

SUPERORDEN 5.6: RUTANAE (Rutanas)

ORDEN 5.6.3.:

GERANIALES o Gruinales. Herbáceas.

FAMILIAS:

LINACEAE. Una de las plantas cultivadas desde más antiguo; el lino.

Especies:

- "Linum usitatissimum", especie anual de flores azules. Las fibras corticales de sus tallos, después de preparadas dan el lino y las semillas, formadas en número de 10 en cada cápsula, el aceite de linaza.
- "Linum flavum" y otras.

A L G O D O N

SUBCLASE 2: DILLINIDAE

SUPERORDEN 6.4.: MALVANA

ORDEN UNICO:

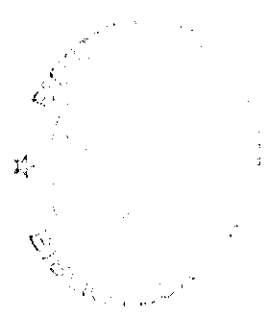
MALVALES o Columníferas

FAMILIA:

MALVACEAE. Con frecuencia son herbáceas. El fruto puede ser una cápsula como ocurre en el algodónero en forma de cultivo anual.

Especies:

- "Gossypium herbaceum"
- "Gossypium arboreum"



1.1.3. Las Fibras Textiles en general

Los tejidos son manufacturas complejas obtenidas a través de la elaboración de FIBRAS extraídas de fuentes naturales conocidas desde tiempos muy remotos, como puede comprobarse por la existencia de tejidos del pasado que han permanecido igual desde los orígenes del hilado y el tejido hace miles de años, como hemos podido ver a través de páginas anteriores.

En esta durabilidad juega un papel importante la propia naturaleza de las fibras que, dentro de la gran variedad existente, queda reducida a unos pocos tipos: algodón, lino, cáñamo, seda, lana. Aunque presentan acentuadas diferencias entre ellas, hay semejanzas estructurales y formas comunes de comportamiento.

El término "FIBRA" lo podemos definir como

"Cada uno de los elementos filamentosos o fusiformes que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales".

O como dice Sheila LANDI:

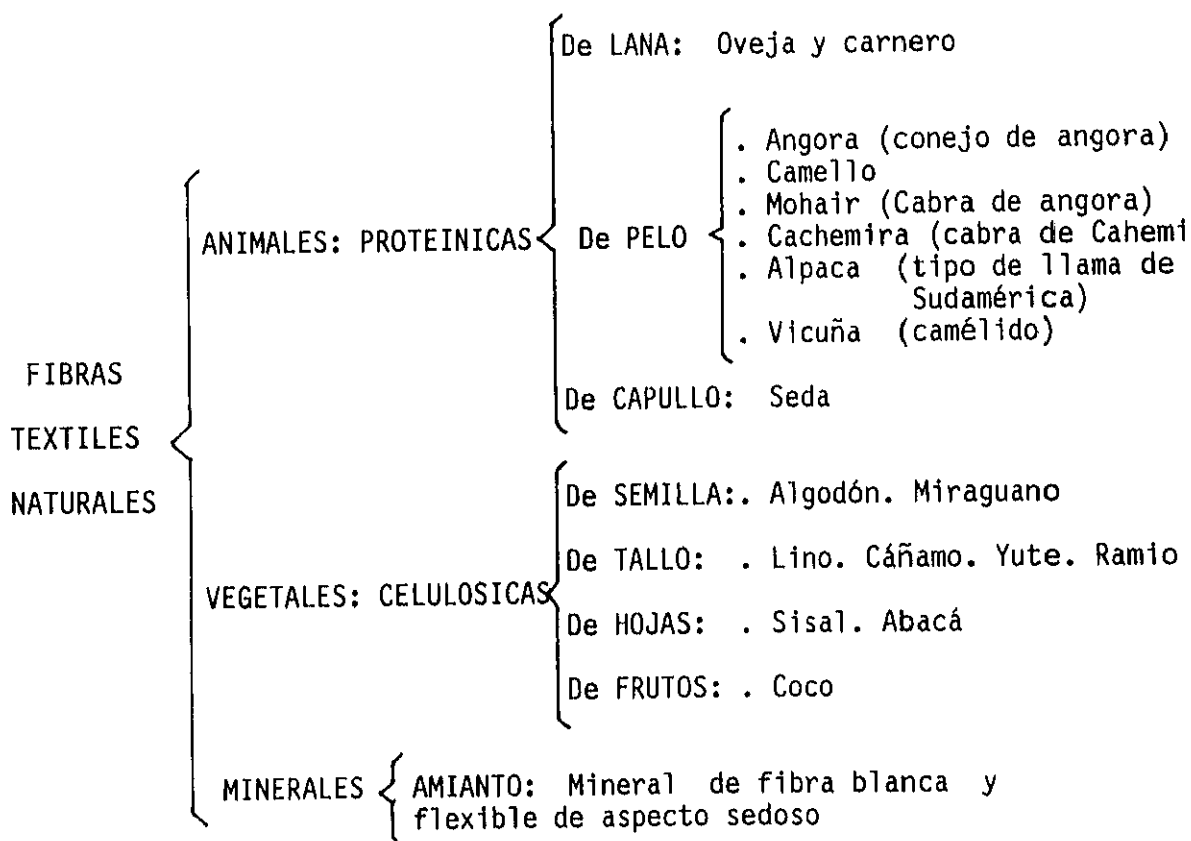
"Una fibra se define como una unidad de materia de una longitud por lo menos 100 veces mayor que su diámetro; una estructura de moléculas largas teniendo una orientación preferente; un diámetro de 100-200 micrones; y flexibilidad. Dentro de la estructura molecular son importantes el tamaño y el número de cadenas secundarias uniendo las moléculas y la presencia de zonas cristalinas y amorfas que influyen sobre las propiedades de resistencia, flexibilidad y absorción de agua". (6)

La fibra textil es un filamento o unidad elemental a partir

de la cual se preparan los diferentes materiales textiles. También "unidad" con una composición química definida caracterizada por su flexibilidad, finura y relación elevada entre su longitud y grosor.

Aquí se va a tratar exclusivamente de las fibras naturales y, dentro de éstas, de ciertas fibras vegetales: las empleadas en la confección de telas que han sido o van a ser usadas como soportes de obras pictóricas.

Se impone como preámbulo, establecer una clasificación general de las fibras textiles naturales:



Según su longitud, las fibras se podrían clasificar en:

FIBRAS DISCONTINUAS y fibras FILAMENTOSAS.

Fibras discontinuas. Las fibras naturales que usa la industria textil (excepto la seda) tienen una longitud determinada por las condiciones normales de crecimiento a que han sido sometidas; las condiciones climáticas en que se han desarrollado tienen gran influencia en la configuración final de la planta y, por ende, de las fibras, siendo ésa la razón de las desigualdades y diferencias de calidad incluso entre las de una misma especie. La longitud de las fibras puede variar entre 0,5 y 0,2 cm. Estas son las DISCONTINUAS.

Fibras filamentosas. Son las artificiales ya que su longitud, prácticamente ilimitada, depende de las condiciones de fabricación. La seda es la única natural que pertenece a este grupo.

Las fibras filamentosas suelen cortarse hasta que su tamaño asemeja al del de las discontinuas, llamándose entonces "fibras cortadas".

Es preciso tener en cuenta el dato de que la LONGITUD y la ELASTICIDAD de una fibra dependen de su grosor, siendo las fibras más finas las que producen los hilos más fuertes y resistentes. Además, la distinta forma de agruparse las moléculas en cada fibra son el origen de características distintas entre ellas. Por ejemplo, el algodón debe su resistencia a su estructura unicelular, mientras que la lana debe su poder fieltrante a sus estructura escamosa y a la forma ondulada de sus fibras.

Puede decirse que las propiedades de las fibras y, de modo particular, las que pueden hacer posible su transformación en hilos y tejidos, están directamente ligadas a su propia morfología: una sutil estructura filamentosa para cuya formación se requiere

- Un sistema compuesto de largas cadenas de moléculas.
- Disposición más o menos de paralela una de la otra.
- Estar en presencia de fuerzas laterales que la tengan unida y den cohesión a la estructura. (7)

Según una fórmula simplificada, algodón, lino, lana y seda tienen la siguiente composición molecular:

(C6 H10 O5) n ALGODON

(C6 H10 O5) n LINO

(C42 H157 O15 N5 S) n LANA

(C24 H38 O8 N8) n SEDA

"n": número de moléculas que entran en la composición de las fibras y que están unidas entre ellas a la extremidad.

En este proceso, que es uno de los más difusos de síntesis naturales, dos moléculas vecinas, en presencia de condiciones adecuadas, se combinan a través de la eliminación de una molécula de agua constituyendo entre ellas un enlace químico; el proceso se define como "CONDENSACION". La larga cadena de moléculas se llaman "polímeros" y el proceso de su formación "polimerización".

La reacción es reversible y cuando ocurre al revés se llama "HIDROLISIS".

Antes de proseguir con las características de las fibras textiles, es conveniente tener presente los conceptos "polímero" y "polimerización".

En sentido restringido, el término "polímero" se refiere a ciertas estructuras moleculares gigantes compuestas, al menos, por 100 estructuras simples, que tendrán elevado peso molecular como corresponde a su categoría de "macromoléculas". A partir de aquí se entra en el concepto de "alto polímero".

Altos polímeros. Son "productos macromoleculares orgánicos en cuya constitución molecular se repiten con regularidad ciertos principios estructurales genéricos. Estas sustancias son de elevado peso molecular, generalmente del orden de 10^5 a 10^9 y sus macromoléculas lineales están formadas por unión mediante enlaces químicos covalentes de una o dos unidades moleculares elementales, denominadas "MONOMEROS" que, en elevado número y determinada secuencia, se repiten en la cadena macromolecular, constituyendo la molécula fundamental de la macromolécula polímera. El número de monómeros contenidos en el polímero recibe el nombre de "GRADO DE POLIMERIZACION". (8)

Los términos "MONOMERO" y "POLIMERO" provienen del griego:

MERO = Parte

MONO = Uno o único

POLI = Varios o muchos

Por lo tanto, un monómero es un producto de una sola parte; es una molécula o grupo molecular simple, de bajo peso y aislable, capaz de reaccionar consigo mismo o con otros similares para formar polímeros. Es la base fundamental de la industria de los plásticos sintéticos.

Combinando varios monómeros se obtiene un POLIMERO, sustancia de mayor peso molecular entre dos de la misma composición química. El proceso recibe el nombre de POLIMERIZACION, entendiéndose como tal el proceso por el que se unen moléculas orgánicas pudiendo llegar a formar largas cadenas conducentes a la formación de sustancias de elevado peso molecular. (9)

1.1.4. Fibras Textiles celulósicas

En las fibras textiles más importantes intervienen principalmente tres sustancias:

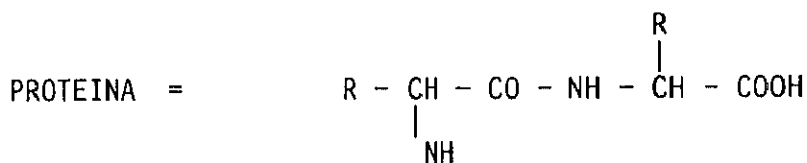
RESINA

PROTEINA

CELULOSA

RESINA. Poseen gran peso molecular y se obtienen mediante ciertas reacciones de condensación.

PROTEINA. Son sustancias poliméricas de elevado peso molecular, constituidas por unidades de aminoácidos unidos entre sí por enlaces peptídicos.



Estos aminoácidos son los monómeros. Existen 22 aminoácidos distintos. Su posición y número dentro de la molécula de proteína determinará sus propiedades pudiendo girar aquélla sobre sí misma adoptando diferentes posiciones en el espacio. Para cada proteína existe una posición privilegiada que se llama "forma nativa", la cual puede ser alterada por la radiación ultravioleta, el calor, los ácidos, bases y disolventes. Son fácilmente distribuibles por ácidos minerales concentrados; los ácidos diluïdos las afectan de forma específica lo que posibilita diversos procedimientos de tinte y acabado. Los álcalis les son muy perjudiciales.

Las fibras de proteínas naturales son:

- a) De fibras naturales: lana, seda, pelo de algunos animales, caseína, glicina, ceína. Su componente fundamental es la ESCLEROPROTEINA FIBRILAR, que es insoluble en medio acuoso y de alta resistencia mecánica y química, actuando como producto de sostén de los organismos animales (el equivalente de la celulosa en las plantas) con estructura fibrilar.

A este grupo pertenecen: el colágeno de los tejidos conjuntivos, cartilaginoso y óseo; la elastina de los tendones; la queratina del tejido córneo (lana, pelo, plumas, cuer-

nos, epidermis, uñas, pezuñas).

- b) De fibras artificiales: regeneradas o semisintéticas. Se obtienen por disolución y regeneración mediante un tratamiento químico adecuado.

De entre todas las sustancias mencionadas, las más representativas con gran poder determinante para las cualidades de las fibras que las contienen, son la QUERATINA (proteína) para los animales y CELULOSA para los vegetales.

CELULOSA. Esta sustancia es el principal constituyente de los vegetales y elemento fundamental de las fibras textiles vegetales al ser la sustancia de sostén de las células vegetales cuyo porcentaje oscila entre un 60 - 90 %. Es la combinación orgánica más abundante y forma parte de las paredes celulares de todas las plantas superiores, membrana secundaria celulósica, algas verdes, hongos y flagelados, aunque en estos tres últimos en pequeña cantidad. Es el compuesto orgánico más ampliamente difundido en la naturaleza. En las células vegetales esta membrana se distingue fácilmente al microscopio por su grosor y es lo único que queda en las células muertas cuyo contenido desaparece totalmente.

Como se forma mediante proceso fotosintético, es un recurso que se reemplaza constantemente. Es usada por el hombre, a veces de forma relativamente pura, a veces en combinación con otros compuestos orgánicos que se originan de forma natural en una gama amplia de materiales como son: madera, papel, fibras

naturales y sintéticas, tejidos, plásticos, adhesivos, explosivos y pinturas, por mencionar únicamente algunos de los muchos productos finales basados en la celulosa y materiales lignocelulósicos.

La celulosa en forma de algodón y lino ha sido usada durante muchos siglos. A lo largo de los últimos 100 años el desarrollo tecnológico ha hecho que la madera y, en menos grado, el bambú y varios materiales agrícolas, se hayan convertido en las principales fuentes comerciales de materiales celulósicos que son preparados mediante una gran variedad de procesos dependiendo de la naturaleza de la materia prima y del uso final de la celulosa aislada.

Un cuadro orientativo nos dará una visión de los diversos contenidos de celulosa existentes en algunos productos vegetales:

PROPORCION DE CELULOSA EN % SOBRE MATERIA SECA

Fibra de algodón	95
Madera de chopo	53
Madera de pino	44
Madera de abedul	40
Paja	40 - 50
Hojas	10 - 20
Celulosa	82 - 89
Fibra de rayón	93 - 98
Seda de acetato	98

No aparece de forma pura en la naturaleza sino mezclada con una serie de sustancias incrustantes: mucocelulosas, adipocelulosas, cuticucelulosas (contienen grasas y ceras, como el corcho y películas de órganos vegetales), hemicelulosas, pectocelulosas (con materias pécticas) y lignocelulosas (celulosas leñosas del tipo del yute). Se obtiene fundamentalmente a partir del algodón y de la madera. Como materia prima para la industria textil se utiliza sobre todo, la fibra de las plantas superiores — como del algodón —, líber y de las hojas. La industria papelera utiliza principalmente la fibra de madera y hierba (por ej. paja, bambú y bagazos).

La celulosa considerada como una sustancia química pura puede ser descrita como un polímero lineal formado a partir de átomos de CARBONO, HIDROGENO y OXIGENO. La cadena de celulosa consiste en un gran número de unidades de anhidroglucosa unidas a través de las posiciones 1 y 4, tal como se muestra en la figura inmediatamente inferior

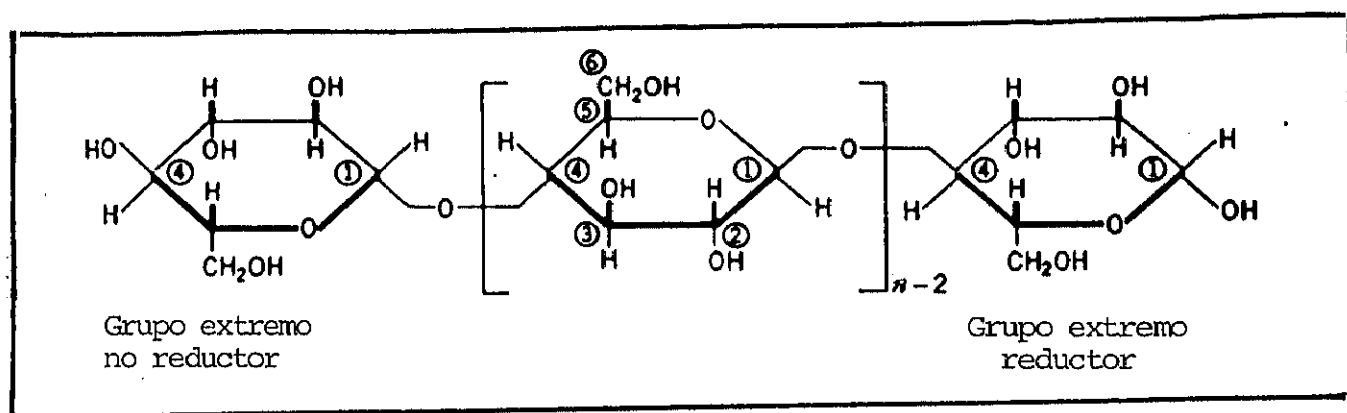


Fig. 5. Fórmula estructural de la celulosa

La cadena tiene un grupo extremo no reductor en uno de sus extremos y un grupo reductor en el otro extremo.

La unidad que se repite, "n", puede tener valores que varían desde 50 a varios miles, dependiendo de la fuente de celulosa y los métodos empleados en su aislamiento y purificación. Si el valor de "n" es alto, esto indica que la celulosa ha sufrido poca degradación durante su aislamiento (10). Cuando el número de enlaces alcanza los 2.200, nos encontramos con la fibra del lino y del algodón más robusta.

Su fórmula empírica es $(C_6 H_{10} O_5)_n$, constituida por condensación de moléculas de glucosa $C_6 H_{12} O_6$, siendo el principal polisacárido estructural del mundo vegetal, componente principal de las paredes celulares vegetales y de los tejidos fibrosos y leñosos de los mismos. Su molécula es de gran longitud pudiendo alcanzar hasta 3.000 unidades de glucosa.

La celulosa pertenece al grupo de sustancias denominadas "altos polímeros". Las celulosas son polímeros de un gran número de unidades de "celobiosa" unidas entre sí por enlace β -glucosídico. El grado de polimerización, es decir, el número de subunidades por molécula, es diferente de unas celulosas a otras.

GRADO DE POLIMERIZACION

Algodón crudo	14.000
Lino	8.000
Celulosa de bacterias	2.700
Abeto	2.500
Algodón purificado	1.500 - 3.000
Celulosa a partir de	
fibra de celulosa	800 - 1.110
Celulosa de Acetobacter	600

Las moléculas pueden formar cadenas sin ramificar extraordinariamente largas compuestas por varios miles de residuos de glucosa, obteniéndose la hidrólisis completa de la celulosa a D — glucosa, mediante la adición de ácidos concentrados.

"HIDROLISIS: Reacción de doble descomposición a que da lugar el agua con muchas sustancias. Dicho de otra forma: desdoblamiento de ciertos compuestos orgánicos o inorgánicos motivado por el agua al reaccionar con el hidrógeno de ésta".

Los productos de la hidrólisis definen la longitud de las fibrillas.

El ácido clorhídrico al 4 % hidroliza la celulosa prácticamente por completo en unidades de D — glucosa. En medio alcalino la hidrólisis solo tiene lugar a temperaturas superiores a 150°[C.

No puede ser hidrolizada o descompuesta en glucosa por los mamíferos puesto que las unidades de glucosa están enlazadas de forma diferente que el almidón, el cual puede ser digerido. Sólo los rumiantes son los únicos que pueden hidrolizarla sirviéndoles de alimento gracias a la microflora existentes en

su tracto intestinal por medio de la cual la hidrolizan en D — glucosa gracias al fermento llamado "celulasa" que destruye la celulosa.

La celulosa sólida forma una estructura microcristalina idéntica para todas las celulosas naturales, llamada "celulosa-I"; las moléculas lineales se agrupan siguiendo la orientación de la fibra formándose elementos estructurales supermoleculares: las fibrillas. En las paredes celulares de los vegetales se dispone formando haces paralelos de fibrillas que se organizan en capas cruzadas y aglutinadas por otras macromoléculas.

La celulosa forma parte de la familia química de los hidratos de carbono. Está emparentada con los azúcares, el almidón, la dextrina. Durante mucho tiempo fué considerada como un compuesto coloidal, pero investigaciones y numerosos exámenes con Rayos-X por FREY, HERZOG, MARK, BERNAL, TRILLANT, etc., han permitido descubrir la estructura cristalina de la celulosa. (11).

En la mayor parte de las operaciones de blanqueo, teñido y aprestos, la celulosa se comporta como un coloide por sus propiedades de hinchamiento al agua, en las soluciones alcalinas y ácidas, por su despolimerización y disgregación molecular. Antes de disolverse en una solución salina apropiada, la celulosa absorbe progresivamente la sal, aumenta de volumen y se gelifica poco a poco. Sus propiedades coloidales son aprovechadas para la preparación de éteres celulósicos y de celulosa regenerada (viscosa) así como para el mercerizado del algodón.

Los porcentajes de celulosa en las fibras textiles son variados:

Algodón	85 a 93 %	Yute	60 a 65%
Lino	70 a 85%	Cáñamo	70 a 77%

En la industria se obtiene la celulosa en estado de pureza para el blanqueo del algodón, lino, pasta de madera.

La celulosa pura es una sustancia blanca, sólida, amorfa, combustible, **insoluble al agua, alcohol y éter**. Contiene del 6 al 12% de agua higrométrica que pierde a los 100-105° C. Su densidad es de 1'45-1'50.

El vapor de agua descompone la celulosa a la temperatura de 200° C. pudiendo ser transformada químicamente por:

- los álcalis en alcalícelulosa
- los ácidos en hidrocelulosa y en éster de celulosa
- los oxidantes en diversos oxícelulosas

La nitración de la celulosa es de gran interés industrial, ya que las de alto grado de nitración son explosivas y se usan en la fabricación de explosivos (algodón-pólvora). Consiste en la introducción del grupo NITRO NO₂ en una molécula orgánica utilizando generalmente mesela sulfonítrica (SO₄ H₂ + NO₂ H) como agente nitrante.

Las celulosas reaccionan con ácido acético y ácido sulfúrico para dar ACETATO DE CELULOSA, materia prima para la fabricación de la seda artificial.

1.1.5. Propiedades de la celulosa

Físicas

1. Es una sustancia incolora.
2. Es higroscópica. Absorbe agua hinchándose, esponjándose.
3. La densidad de la celulosa natural varía según su textura; es próxima a 1,55.
4. El calor específico dependen del grado de humedad: 0,36 para la celulosa seca y 0,41 para la celulosa que contiene el 70 % de agua.
5. Es transparente a los rayos UV hasta $0,2\mu$. Las fibras naturales son birrefringentes a causa de la existencia de estructuras cristalinas en las fibrillas. Es difícil precisar el porcentaje de cristalinidad ya que depende esencialmente del origen de la celulosa; por término medio, está comprendido entre el 60 y el 70%.

(BIRREFRINGENCIA: Propiedad que poseen algunas sustancias anisótropas de origen dos rayos refractados por cada rayo incidente).

6. Manifiesta un pequeño dominio de la elasticidad bajo los efectos de la tracción correspondiente a un alargamiento reversible del orden del 2 %; a continuación sufre deformaciones plásticas. La carga de ruptura de una fibra aislada de algodón, ramio o lino, está comprendida entre 80 y 90

kgs./mm²; está muy modificada por el porcentaje de agua que aumenta mucho la plasticidad. Las propiedades mecánicas están muy disminuídas cuando el grado de polimerización de la celulosa baja por tratamientos hidrolizantes u oxidantes, cortando cadenas macromoleculares.

7. El calentamiento de la celulosa a 100° C. no la altera sensiblemente. Descompone sin fundir a 180° C. y, a esta temperatura comienza a amarillear volviéndose rompible; después se descompone dando "levoglucosa" y posteriormente, gases (CH₄ metano; CO, monóxido de carbono; CO₂, dióxido de carbono; H₂, hidrógeno molecular) y una solución acuosa que contiene formaldehído y furfural.
8. Se inflama a temperaturas superiores a 290° C.

Químicas

1. Acción del agua y soluciones salinas. La celulosa natural es insoluble en el agua y en las soluciones salinas diluídas y en la mayoría de los disolventes orgánicos. Las celulosas de bajo peso molecular se disuelven en sosa al 10% La metilación — reacción que implica la introducción del radical metilo -CH₃ en una molécula — parcial de la celulosa separando las cadenas macromoleculares, provoca la desaparición o debilitación de las interacciones hidrógeno y hace aparecer la solubilidad en el agua. Sin embargo, la celulosa seca es higroscópica. Expuesta al aire húmedo, fija una cantidad de agua que depende de la humedad relati-

va y de la naturaleza de la fibra: el algodón fija del 7 al 8,5 % de agua con 65 % HR y 20° C.

2. Sumergida en el agua sufre un ligero hinchamiento que solo concierne a las estructuras amorfas; pero el agua penetra también en las estructuras cristalinas fijándose en las cadenas celulósicas como lo demuestra la difracción de rayos X.

Capacidad de hinchamiento en agua en %

Seda de cobre	86
Seda de viscosa	74
Algodón	18
Triacetato de celulosa	10
Tripropionato de celulosa	2 - 3

Una parte del agua absorbida se incluye en los espacios lacunares, pero otra parte da un hidrato de celulosa de fórmula $(2C_6H_{10}O_5 - H_2O)_n$, estando el agua fijada en los hidroxilos por enlaces hidrógeno. Así las relaciones entre el agua y la celulosa son las de una disolución y un disolvente pudiéndose decir que el agua se disuelve en la celulosa y no al revés.

3. La celulosa, cuidadosamente secada, se vuelve amorfa y presenta una débil reactividad química a consecuencia de un bloqueo de los hidroxilos llevados por las cadenas macromoleculares.

4. Aumenta de volumen en las soluciones salinas. El aumento es poco intenso en las soluciones de cloruro de sodio y crece en las de bromuro de litio volviéndose muy marcado en las soluciones concentradas de tiocianato de calcio o cloruro de zinc. Este se emplea para obtener una celulosa muy hinchada que, después de prensada y eliminado el cloruro de zinc por lavados prolongados y secados, forma una materia dura que puede cortarse, tornearse y fresarse; la fibra vulcanizada se emplea en la fabricación de objetos diversos: maletas, aislantes, forros de frenos, engranajes silenciosos, etc.
5. La celulosa se disuelve en frío en algunas soluciones salinas.

Acción de los álcalis

La celulosa resiste bien los álcalis en soluciones diluídas, pues frías no reaccionan con la celulosa; sin embargo con calor provocan su oscurecimiento y en presencia de aire fácilmente puede formar oxixelulosa, particularmente importante en el caso de las pruebas de tinte alcalino, cocción en calor o sosa cáustica que precede al blanqueo propiamente dicho del algodón y lino. Es necesario expulsar todo el aire de los aparatos antes de poner bajo presión y antes de hacer circular las lejías hirvientes.

Bajo la acción de soluciones concentradas de sosa cáustica

en frío, se observa gran aumento de volúmen de la celulosa, acompañada de una fijación parcial de la base con lo que la celulosa se transforma en álcalicelulosa. Esta transformación es la base de la operación del mercerizado (que toma el nombre de su inventor J. MERCER). La álcalicelulosa es la materia prima para fabricar la viscosa y los éteres de celulosa: ben-cil, etil y metilcelulosa.

Acción de los ácidos

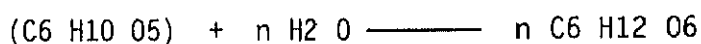
Los ácidos minerales diluídos provocan la ruptura hidrolítica de las cadenas celulósicas formando productos cuyo grado de polimerización es tanto más bajo cuanto más sea la acción. La degradación se acompaña de una disminución de las propiedades mecánicas tanto más acusada cuanto más bajo sea el grado de polimerización final. Una pequeña despolimerización se emplea como pre-tratamiento para preparar derivados celulósicos a fin de aumentar la reactividad de la celulosa.

La celulosa no resiste los ácidos, sobre todo al calor; encima de 50° C. ya se forma la hidrocélulosa coloreable de azul o violeta mediante soluciones de yodo en yoduro potásico o cloruro de zinc.

WILLSTATTER y ZECHMEISTER demostraron en 1.913 (12) que la hidrólisis completa de la celulosa y su transformación en glucosa, exigiría una concentración de más del 40% de ácido clorídrico. Una solución clorhídrica de densidad 1,209 disuelve el papel y el algodón en 10 segundos a la temperatura ordina-

ria.

El ácido sulfúrico, en solución concentrada, provoca el hinchamiento del algodón y del pergamino vegetal. Pero la acción prolongada del ácido sulfúrico produce una hidrólisis cada vez más profunda de la celulosa que se transforma en dextrina y después en glucosa.



El ácido nítrico (el agua fuerte de los grabadores) en solución concentrada, transforma la celulosa en diversos nitrocelulosas en frío. Esta reacción interviene en la fabricación del RAYON DE NITROCELULOSA (seda artificial de CHARDONNET), del algodón nitrado, utilizado para el pegamoide (o celulosa disuelta con que se impregna una tela o papel para obtener una especie de hule resistente) y del algodón pólvora. El ácido nítrico al 60 % de oxixelulosa, soluble en los álcalis. A la larga, descompone completamente a la celulosa.

El ácido y anhídrido acéticos forman el acetato de celulosa en condiciones bien determinadas y en presencia de deshidratantes. Se utiliza esta reacción en la preparación del RAYON DE ACETILCELULOSA, para el CELOFAN y para el ACETILCELULOIDE.

Acción de los oxidantes

La acción de los oxidantes en la celulosa es muy compleja. Los hipocloritos alcalinos y de cal, el cloro líquido, el ozono, el agua oxigenada, el peróxido de sodio, los persales,

el ácido nítrico al 22% al calor, el ácido crómico, son oxidantes enérgicos y pueden transformar fácilmente la celulosa, por degradación más o menos importantes de la cadena celulósica, en diversos oxixelulosas o productos relativamente poco degradadas. El cloruro de cal, el agua de Javel, el clorocono, el agua oxigenada, etc. tienen poca acción en frío y en soluciones diluidas al abrigo del aire y de los rayos solares directos: simplemente se produce un blanqueo de las fibras si se trata de algodón, lino, cáñamo, ramio, etc. Pero en soluciones concentradas en presencia de aire o bajo la influencia del calor, de los rayos solares directos o por secado local (concentración de oxidantes sobre las fibras) hay rápida formación de oxixelulosa.

Esto tiene gran importancia para el blanqueo de los hilos y de tejidos celulósicos. Es necesario, pues, obrar con prudencia, en frío, con soluciones diluidas, al abrigo del calor, de la luz y del oxígeno del aire, para evitar "pudrir" (13) la mercancía.

Sin embargo, el blanqueo con agua oxigenada se hace normalmente en baños calientes, con temperaturas que varían de 40 a 95° C. y en la concentración habitual de 1 a 2 volúmenes. La acción del agua oxigenada es más lenta, más suave y menos agresiva que la de cloruros decolorantes.

La presencia de oxixelulosas puede reconocerse por la acción del azul de metileno, colorante básico que se fija en las funciones ácidas y colorea las fibras.

Los agentes reductores: son los derivados del azufre, anhídrido sulfuroso, bisulfitos, hiposulfitos, hidrosulfitos, etc., que al igual que el tanino, el formol, la glucosa, generalmente no actúan contra la celulosa. Sin embargo, el ácido cítrico, el ácido oxálico, el tártrico, de carácter reductor, pueden atacar e, incluso, destruir la materia, con calor y en soluciones concentradas.

Acción de las sales metálicas: disolventes de la celulosa

Los dos principales disolventes de la celulosa son: el cloruro de zinc a 40° C. y la solución cuproamoniacal o licor de SCHWEITZER. Según VON WEIMARN (14), numerosas sales metálicas en soluciones concentradas, provocan la gelatinización, la dispersión de la celulosa acabando por disolverla. La disolución se hace a la presión ordinaria para los ioduros de calcio, bario, estroncio. Para los cloruros de potasio, sodio, bario, etc., sería necesario actuar bajo presión. VON WEIMARN señala, además, toda una serie de sales metálicas que disuelven la celulosa más lentamente en soluciones concentradas calientes: los sulfocianuros de sodio, de amoníaco, de potasio, el ioduro de bario, los bromuros de cobalto, de magnesio, de estroncio; los cloruros de aluminio, calcio, cobalto, hierro, manganeso de cobre, nitratos amónicos, el nitrato de calcio. Hay que notar que la disolución de la celulosa por medio de sales precipitadas, se hace más fácilmente y con más rapidez en medio ácido (en los ácidos acético y fórmico, por ejemplo).

Por otra parte, A. DUBOSC (revista T.I.B.A., 1925) (15) indica los diferentes disolventes de la celulosa, de empleo práctico, para preparar las pastas celulósicas pudiendo ser hiladas (utilizadas en la fabricación de celulosas regeneradas):

1º) La solución de cloruro de zinc al 40%, que disuelve la celulosa ordinaria, a 80º C. y la hidrocelulosa a la temperatura ordinaria.

2º) La solución de cloruro de zinc con dos veces su peso de ácido clorhídrico.

3º) La solución de cobre amoniacal (o amoniacal de cobre) al 2,5% de cobre y 15% de amoníaco.

4º) La solución de DERLING.

5º) El sulfocianuro de calcio.

6º) El cloruro doble de calcio y de mercurio (WILLIAMS).

7º) La solución clorhídrica de tricloruro de antimonio.

8º) La solución clorhídrica de cloruro de bismuto.

9º) 10º) 11º) Las soluciones clorhídricas de estaño: de tetracloruro y de pentacloruro de antimonio.

12º) Los bromuros en solución ácido.

13º) 14º) Las soluciones fórmicas de calcio, bario y litio, las soluciones fórmicas de bromuros de calcio y de magnesio,

conteniendo ácido clorhídrico.

Acción de diastasas y enzimas

Se sabe que los compuestos pécticos: la pectina, la pectosa, son destruidos por ciertos microorganismos, tales como el *Bacillus amylobacter*, cuya acción tiene como efecto el producir su licuefacción gracias a la secreción de una diastasa, que, por otra parte, no tiene ninguna acción sobre la celulosa. El enriamiento de los tallos de lino, cáñamo y yute, no es sino el resultado de la acción de las enzimas que desagregan y destruyen más o menos las materias pécticas, dejando intacta la celulosa del líber muy fino que constituye las fibras del lino y del cáñamo.

Análisis

El cloroyoduro de zinc colorea la celulosa de rojo violáceo. La celulosa pura no debe adquirir coloración roja con floroglucina - ácido clorhídrico: caso de adquirirla, es indicio de la presencia de lignina.

La síntesis de la celulosa se produce a partir de la glucosa-uridina-difosfato o de la glucosa-guanosina-difosfato por acción de la enzima "celulosa-sintetasa".

Para el aislamiento de la celulosa, primeramente es necesario separar la capa de lignina que protege las fibrillas de celulosa, bien por tratamiento con ácido sulfúrico o bien con una mezcla de hidróxido sódico y sulfuro sódico a presión.

Como agentes decolorantes se utilizan el cloro, hipoclorito sódico, dióxido de cloro, peróxido y oxígeno.

La celulosa es una sustancia que no contamina el medio ambiente pues es degradada biológicamente. Sin embargo, algunos agentes empleados en las fábricas de procesados de celulosa sí son contaminantes.

Envejecimiento

Como causas del envejecimiento de la celulosa hay que citar:

- La acidez
- La humedad
- el calor
- la radiación ultravioleta

Los rayos ultravioletas son un aporte de energía, pues rompen las ligazones y cortan las cadenas.

La humedad y el calor provocan la hidrólisis de la celulosa y la división de las moléculas. Los microorganismos descomponen las cadenas para poder nutrirse.

El gas sulfuroso, con la humedad y el oxígeno, forma el ácido sulfúrico que quiebra las cadenas, mientras que el hierro favorece la acción precedente haciendo de catalizador.

El envejecimiento de la celulosa influye grandemente en la conservación de un textil ya que las propiedades de la celulosa

tienen importancia para un textil, sobre todo para los destinados a servir de soporte a pinturas pues a causa de su higroscopicidad, se produce un encogimiento de la tela, mientras que la sequedad provoca su dilatación. Esta alternancia de tensiones causa una "fatiga" mecánica del tejido. Este fenómeno es importante cuando la tela es nueva, pero no tanto cuando la tela ha envejecido ya que el fenómeno se da con mucha mayor debilidad; se dice entonces que la tela está "muerta", que ya no reacciona.

Este aspecto de la celulosa, su envejecimiento debido a diversas causas, se ve con más amplitud en el párrafo 1.2 en donde se trata de la degradación de las fibras textiles celulósicas.

1.1.6. Estructura, características y propiedades de las fibras textiles celulósicas

Estructura de la fibra

Las fibras, como ya se ha dicho anteriormente, se construyen a partir de polímeros o moléculas de muchas unidades que se repiten.

Una característica común es el conjunto de fibrillas — una fibrilla se define como una cadena orientada de moléculas unidas mediante cruces — que forma el núcleo de la fibra. Las fibrillas se pueden disponer de forma simple, paralelas al eje

de la fibra, como en la seda, o como en el algodón donde forman las paredes primarias y secundarias de la célula, dispuestas en capas espirales alrededor del tubo central llamado LUMEN (apertura). Estas están después cubiertas por la cutícula. En el lino, células sueltas denominadas elementales, en cierta manera similares en su estructura a las del algodón, se unen formando grupos. Si los grupos se separan en células elementales, toda la fibra resulta seriamente debilitada.

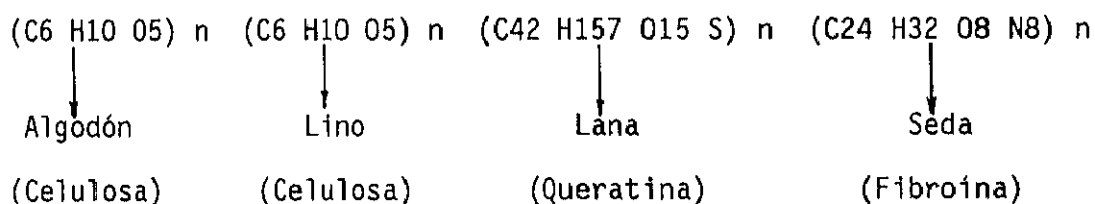
En el lino, las fibrillas se distribuyen en una espiral diferente a la del algodón. (En la lana, las fibrillas están contenidas en la corteza central y cubiertas con una cutícula de óxidos).

Hasta el punto donde alcanzan nuestros conocimientos actuales hay un "algo" acerca de todas las fibras naturales y artificiales que parece esencial. Esto es que estas fibras consisten en moléculas de largas cadenas extendiéndose más o menos en la dirección del eje longitudinal. Exactamente de la misma forma en que un hilo flexible duradero debe ser construido a base de fibras delgadas dispuestas más o menos de forma paralela unas a otras y alineadas en la dirección del hilo longitudinal, así parece también necesario que cada fibra textil sea elaborada de forma similar con largas cadenas moleculares.

Las unidades elementales de una fibra son las moléculas, pero en una fibra textil éstas nunca se encuentran solas o aisladas; siempre aparecen unidas extremo a extremo en forma de

largas cadenas, y son éstas las que se deben de considerar como las verdaderas unidades constructoras de la fibra. Parece fundamental que estas cadenas moleculares sean largas y preferentemente rectas.

Considerando las fibras naturales, algodón, lino, lana y seda, se debe señalar que sus moléculas tienen la siguiente fórmula:



donde n representa un número elevado, y C, H, O, N y S representan átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y sulfuro. Estos átomos están en grupos como indica la fórmula y cada cadena molecular larga está construída con estos grupos unidos extremo a extremo. Así las cadenas moleculares para estas fibras típicas se ven en la figura 7 como si fueran complicadas y bastantes diferentes unas de otras.

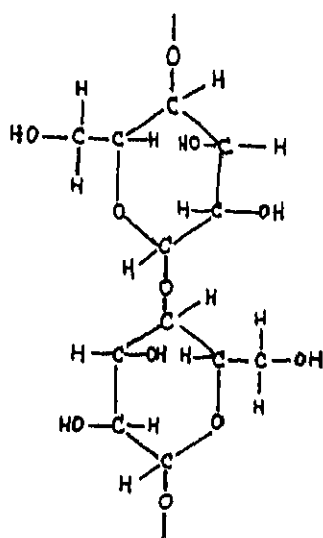


Fig. 6

Longitud corta de una cadena molecular larga mostrando un sistema de unión de los átomos de oxígeno e hidrógeno a la cadena o columna central como se muestra en la fig. 7.

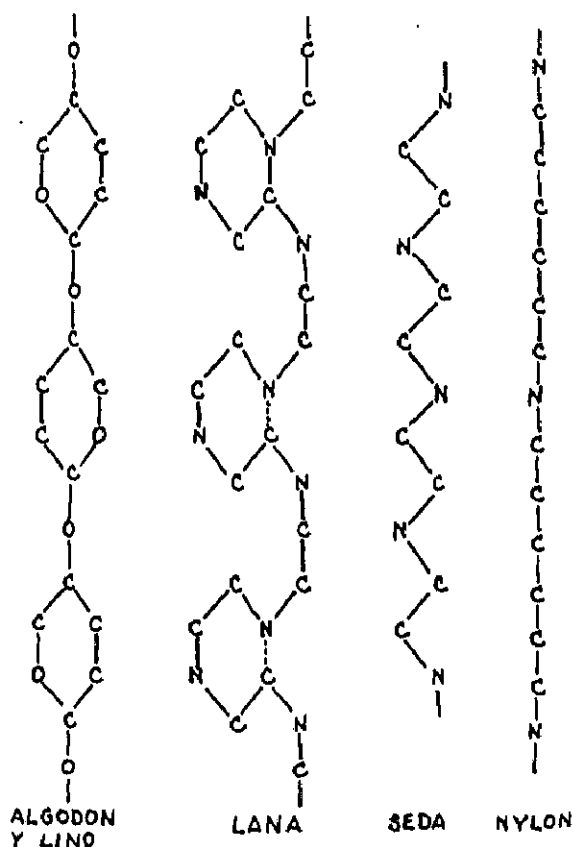


Fig. 7

Estructuras de la cadena molecular de la columna central presentes en el algodón, lana, seda y nylon. Tales cadenas largas son características de la mayoría de las fibras textiles. Las cadenas se doblan en las moléculas de lana dándole de esta forma una extensibilidad especial.

En algunas fibras, sobre todo lana, las moléculas de larga cadena adyacentes también se sujetan unidas juntas mediante fuerzas químicas laterales y éstas juegan un papel importante para determinar las propiedades de las fibras. Se cree que hay pocas, si las hay, uniones cruzadas de este tipo en el algodón,

lino, seda, viscosa, cuproamónio, acetato y fibras sintéticas. Sin embargo, las uniones cruzadas (principalmente producidas mediante tratamiento formaldehído) son introducidas a propósito en algunas fibras para proporcionarles una estabilidad mayor y una mayor resistencia al abultamiento durante el tintado y otros tratamientos húmedos.

Cuando se coloca una fibra hidrófila como el algodón o la lana en agua, normalmente se hincha más o menos del 30 al 40 % de su grosor, pero se extiende solamente sobre el 3 % de su longitud.

Esto indica que las fuerzas por las que las moléculas se mantienen unidas, extremo a extremo, son considerablemente más fuertes que aquellas responsables de las uniones laterales. Una fibra hidrofóbica como el nylon o el polipropileno se hincha únicamente ligeramente. Cuando una fibra textil sufre deterioros con frecuencia, sucede que las uniones laterales se rompen primero y luego la fibra se hincha más fácilmente y en mayor grado en el agua. Así es fácil comprender cómo tal material textil tiene menor uso especialmente al lavar y planchar.

Para comprender la trascendencia que tiene la longitud molecular en la resistencia de la fibra, hay que tomar en consideración el hecho de que una fibra es normalmente más fuerte y más duradera en proporción a la longitud de sus moléculas de larga cadena. Cuando una fibra fuerte es sobre-decolorada, expuesta a la luz solar o dañada mediante tratamiento químico, sus moléculas de larga cadena se romperán en otras más

cortas. Hay varios métodos a disposición del químico textil para determinar el grado al que las moléculas de larga cadena están acortadas y también resulta, invariablemente, que las fibras se debilitan más o menos en proporción a este acortamiento.

Partiendo de esta consideración es fácil apreciar que en desarrollos modernos referentes a la fabricación de fibras artificiales se progresará más en la producción de fibras más fuertes y de mayor duración, así como también resulta posible usar sustancias para su fabricación que consisten en moléculas muy largas y que resisten fuertemente todas las influencias al romperlas en otras más cortas.

Propiedades y características

Dentro del grupo de fibras celulósicas se engloban tanto los vegetales o fibras celulósicas naturales como los rayones que lo son de celulosa regenerada, llamadas también fibras artificiales, bien que se excluyen de este segundo grupo el acetato y triacetato tanto por su menor importancia respecto a la viscosa, como por el hecho de que sus propiedades pueden considerarse a mitad de camino entre las de las fibras artificiales y las de las sintéticas.

Las características esenciales de las fibras celulósicas naturales y artificiales son las siguientes:

— Tienen igual composición química: CELULOSA. Además, a las

fibras vegetales hay que añadir alguna sustancia secundaria, como pectina, lignina, ... eliminadas casi totalmente durante los procesos de elaboración. Como diferencia fundamental entre ellas está el hecho de que las fibras naturales las fabrica la propia naturaleza a través del crecimiento de la planta, mientras que las artificiales son producidas por el hombre, escogiendo la celulosa de las plantas para solidificarla posteriormente y obtener los hilos. (El proceso de fabricación se verá más adelante, en el apartado dedicado a "fibras químicas").

En ambos casos se utiliza la celulosa cuya base es la unidad de glucósido.

CELULOSA	/ Oxígeno	49,4%
	- Carbono	44,4%
	\ Hidrógeno	5,2%

— La macromolécula de celulosa — como ya se ha dicho anteriormente — es una larga cadena de moléculas glucosídicas unidas (ver fig. 5). Tal soldadura - POLIMERIZACION - la efectúa la misma Naturaleza con la eliminación del agua, o polimerización por condensación, al punto de unión de una molécula elemental con la vecina; la longitud de la macromolécula o grado de polimerización, es inferior en las celulosas artificiales. En efecto, en la transformación de la celulosa en rayón, su longitud ordinaria disminuye como sucedería para las fibras de un retal o trozo reelaborado. Así, si un algodón puede tener moléculas compuestas de un promedio de algunos millares de unidad glucósido unidas unas junto a otras, el rayón tiene un promedio de cadena molecular de 250-300 unida-

des. Esto tiene como consecuencia para el rayón, cristalinidad baja, propiedades mecánicas inferiores (sobre todo en estado húmedo), mayor higroscopicidad, alto grado de hinchamiento, menor resistencia a los álcalis.

— Al igual que en los hilos las fibras quedan ligadas entre ellas como resultado de la tensión, así también en las fibras, las macromoléculas se mantienen unidas por varias fuerzas que condicionan su disposición. En las fibras vegetales, las macromoléculas dan lugar a fibrillas dispuestas concéntricamente y con movimiento helicoidal; tales cadenas moleculares son largas y paralelizantes y cercanas entre ellas orientadas respecto al eje de la fibra pensando en un hilo peinado. Por eso, entre los grupos laterales OH de una macromolécula y los de la macromolécula adyacente, se instauran numerosos legantes hidrógeno que dan solidez a la fibra. En el rayón, las macromoléculas son menos largas, menos paralelas y menos orientadas, por lo cual presentan notables desórdenes (se acercaría a la idea de un hilo cardado) y los legantes hidrógeno que puedan instaurarse entre las macromoléculas adyacentes son menores dando, por lo tanto, una fibra de menor cohesión. De lo que se desprende, que el lazo viscosa es menos cristalino y el menos tenaz de las fibras vegetales en las cuales el abatimiento o "derrumbe" final bajo tracción probablemente ocurre más por rotura de las moléculas que por el deslizamiento recíproco.

— Las moléculas de estas fibras están ligadas longitudinalmente entre ellas por puntos de unión (- O -) que la hacen flexible; sin embargo, los frecuentes legantes hidrógeno

que aprestan las macromoléculas lateralmente entre ellas confieren a las fibras una cierta rigidez ante las deformaciones. Esto mismo es válido para cualquiera otra fibra cuya cohesión esté confiada a frecuentes legantes transversales de este tipo.

— Los legantes hidrógeno de las fibras celulósicas son inelásticos, al menos respecto a las habituales escalas de deformación de las fibras, gracias a los cuales basta con deformar una fibra alargándola o plegándola, para que las moléculas tiendan a deslizarse las unas sobre las otras rompiendo los legantes que la mantengan unida lateralmente y no retornándolo a su posición originaria o bien haciéndolo con dificultad. Si, por ejemplo, se pliega una fibra, al ser maltratada, ajada, las moléculas de su pared externa (olvidemos las otras), sufrirán deslizamiento y en tal zona la fibra presentará enervamientos, debilitamientos por los cuales tenderá a no recobrase más de la agresión experimentada. Por el contrario, es muy distinto el comportamiento de una fibra (lana, por ejemplo) en la que los legantes transversales tienden a llevar, más o menos lentamente, a la fibra a la posición originaria después de que haya sido deformada. Esto explica por qué todas las fibras celulósicas se ajan fuertemente y no retornan de este ajamiento. Para mejorarlas pueden tratarse los legantes transversales con resinas que ayudan a la fibra a recuperar la conformación originaria.

— En las fibras celulósicas el grupo oxidrilo (OH) hacen a las fibras hidróplásticas. Cuando una molécula de agua llega a

un oxidrilo tiende a combinarse con él y a neutralizarlo como legante entre esa molécula y la adyacente. Tales oxidrilos son relativamente poco accesibles a las fibras vegetales (que tienen las moléculas bien apelmazadas), mientras lo son al rayón, de lo que se sigue que el rayón tiene mayor toma de humedad, mayor absorción, mayor hinchamiento en húmedo. Además, en húmedo presentan una fuerte merma en su tenacidad y una bajísima resistencia a cargas moderadas con la consiguiente baja estabilidad dimensional en el lavado y, en fin, una fuerte sensibilidad a la sosa.

— Las fibras celulósicas tienen un peso específico similar, el más alto entre las fibras textiles (alrededor de 1,5). Este peso específico y la naturaleza de las fibras (poco nerviosa y por tanto adecuada para dar hilos compactos) puede dar tejidos de alta compactidad.

— Tienen resistencia térmica excelente, resistiendo la ebullición y las altas temperaturas sus legantes hidrógeno, si bien son sensibles al agua. En cambio, son muy resistentes al calor y las fibras en vez de reblandecerse y fundirse como las sintéticas, resisten hasta la desintegración. El fenómeno de reblandecimiento y fusión aparece solo cuando los legantes son neutralizados en parte. Por la misma razón, no son termoplásticas y no mantienen las deformaciones (pliegues y similares); aplicando calor se inflaman y queman con rapidez. Tienen buen calor de imbibición, alta conductibilidad térmica y bajo termoaislamiento también a causa del hecho de que tienden a apelmazarse, especialmente en húmedo, reduciendo su espesor y au-

mentando la adherencia de la indumentaria.

— En general, no presentan fenómenos de electricidad estática; son buenas conductoras y tienen buena recuperación de humedad y se mezclan con otras fibras para facilitar, en tal sentido, el hilado.

— Presentan una buenafinidad por los colorantes los cuales, para las diversas celulósicas, son esencialmente los mismos, con algunas diferencias derivadas de su propia estructura fibrosa (por ejemplo, el algodón inmaduro, menos cristalino, absorbe con mayor rapidez que uno maduro y un lazo viscosa presenta mayor absorción que un rayón de alta tenacidad).

— También tienen buena afinidad para los aprestos en general.

— Respecto a su comportamiento frente a sustancias químicas y, en particular, a los álcalis, hay diferencias. Los álcalis hinchan las fibras celulósicas más que el agua. El tratamiento del algodón con sosa cáustica se utiliza para mercerizarlo, pero la celulosa se convierte irreversiblemente en celulosa-II. Los rayones son los más atacados por los álcalis de entre las fibras vegetales. Las fibras naturales tienen una resistencia buena a los álcalis por lo cual se consideran como muy lavables y una resistencia relativamente escasa a los ácidos, incluso a los débiles.

— Son sensibles al ataque de bacterias y mohos que descomponen la celulosa, viéndose favorecido aquél con la presencia de sustancias extrañas naturales, como las pectinas y otras adi-

cionales como los aprestos; la humedad y el calor provocan manchas, descoloramientos, debilitamiento y destrucción final del tejido.

El ataque microbiológico se reduce cuando, por cualquier razón, la estructura sea menos accesible (por ej. mayor cristalinidad original o producida en la fibra, mayor orientación, etc.). También cuando los grupos oxidrílicos están total o en parte bloqueados; tal bloqueo químico puede ocurrir por acetilación, tratamiento con formaldehído o acrilonitrilo y por resinas antipliegues, o bien a través de la creación de fibras nuevas como el acetato y, aún más, el triacetato; el bloqueo de los grupos oxidrílicos transforma la celulosa en un producto no comestible por los microorganismos.

Todas las fibras celulósicas resisten mejor el ataque de insectos; los termites no las atacan porque no digieren la celulosa. Todo ello salva la posibilidad de daño cuando estén mezclados con lana.

— Tienen modesta resistencia a la luz y a la intemperie.

— Tienen buenas propiedades fisiológicas (absorben la transpiración), aunque no tanto como la lana, sobre la que tienen la ventaja de absorber rápidamente, pero la desventaja de apelmazarse en húmedo. No provocan alergias.

— Se secan con lentitud a causa de su alta absorbencia y también porque una parte de la humedad queda retenida químicamente por las fibras.

Otras características importantes a cosiderar en las fibras textiles, son:

- . Plasticidad
- . Robustez
- . Forma
- . Densidad
- . Morfología de la superficie
- . Recuperación de humedad
- . Solubilidad en disolventes acuosos y orgánicos
- . Durabilidad
- . Lucidez
- . Blandura

Propiedades de otro tipo deseables en una fibra textil, son:

- Capacidad de asumir un tintado
- Resistencia al efecto deteriorante de: luz, calor, bacterias, mohos, hongos, insectos, condiciones de humedad, abrasión, agentes químicos corrosivos

Las propiedades de las fibras revisten gran importancia por cuanto son determinantes de la calidad y del comportamiento del hilo y de la tela a los que finalmente la fibra se incorpora. Veamos brevemente en qué consisten algunas de las propiedades más destacables por la repercusión que tienen en la posterior formación de tejidos.

Robustez.— La solidez y resistencia de las fibras al envejecimiento y a otras fuerzas destructivas, depende de la longitud de las moléculas y, en diversa medida, de la compactibilidad del haz natural.

Cuando se mete en agua una fibra hidrófila — como algodón o lana — su espesor aumenta del 30 al 40%, mientras que su longitud sólo cerca del 3%. Esto muestra cómo las fuerzas, gracias a las cuales las moléculas permanecen unidas junto a la fibra, son considerablemente más robustas que las responsables de las ligazones laterales.

La resistencia de una fibra, por tanto, puede considerarse directamente proporcional a la longitud de la cadena de moléculas que la constituye. Y lo que sucede cuando una fibra se deteriora es el debilitamiento, hasta la rotura a veces, de las ligazones internas de las cadenas que tienden a romperse en otras más cortas. Los diversos métodos de química textil confirman que, cuanto más vienen acortadas las moléculas, en la misma proporción las fibras resultan debilitadas. La longitud de la cadena no es, sin embargo, el único parámetro a tener en consideración.

Extensibilidad.— El grado de extensión es más o menos proporcional a la fuerza de tracción ejercida y varía mucho de unas a otras fibras: la lana se alarga fácilmente un 10 %, mientras que el algodón opone una mayor resistencia y se desgarraría antes de llegar al 5% de alargamiento. Normalmente, las

fibras se alargan más fácilmente cuando están mojadas, porque la absorción del agua produce un alejamiento de las moléculas de forma que éstas pueden deslizarse unas sobre otras.

Plasticidad y termoplaticidad.- No es necesario que las fibras sean delgadas o finas para ser plásticas; sin embargo, con frecuencia la plasticidad acompaña a la finura de la fibra. La lana es extremadamente plástica, especialmente bajo la acción del calor y de la humedad.

Afinidad por el tinte.- La estabilidad de las tintas al lavado se realiza en el caso de que se puedan utilizar tinturas que se combinen químicamente con las fibras a las que van a ser aplicadas. En cierta medida, la tintura ácida se liga mejor de esta forma a las fibras de lana, pero la ligazón química es relativamente débil y no del todo estable. (16)

Las fibras celulósicas, por el contrario, sí son sensibles a nuevos tintados, muy estables, usados solo en las formas reactivas; la afinidad de la fibra celulósica por la tinturas está frecuentemente influenciada por la compatibilidad de las moléculas. Según una interpretación generalmente aceptada, esto se funda en el hecho de que las fibras celulósicas contienen una sección cristalina de mayor compactibilidad y una amorfa con numerosos intersticios intermoleculares que facilitan la penetración del baño de tintura y la fijación de ésta. Se desprende que el rehinchamiento de la fibra de celulosa producido por el agua facilita la tintura y que una fibra altamente

cristalina se tiñe con más dificultad que una predominantemente amorfa.

Forma.- La forma incluye la sección transversal, finura, longitud, torzal de sección a través de la longitud y la tendencia a ondularse o encañonarse.

Fibras de sección transversal circular con una superficie lisa y sin ondulaciones o torceduras, deben ser fuertemente hiladas produciendo un hilo firme, bastante duro, que tienda a desenredarse fácilmente.

Fibras de sección transversal desigual, superficie irregular, torzal de sección a través de la longitud y ondulaciones, pueden ser hiladas mucho más flojamente produciendo hilos más suaves con una tendencia a desenredarse.

Densidad.- La densidad afecta al peso y, por lo tanto, a la forma en que un hilo o tejido será drapeado con su uso.

Se expresa como la "masa/unidad de volumen". Una densidad baja tiene como resultado un peso ligero y elevado grosor.

Morfología de la superficie.- La cantidad de lustre o brillo, es el resultado de la luz al chocar con una superficie. Las fibras lisas tendrán un mayor lustre que aquellas con una superficie irregular.

Hasta cierto punto, el brillo también dependerá de si las fibras están dispuestas en forma paralela de tal forma que la

luz se refleja con el mismo ángulo y no dispersada. La superficie de un tejido de raso es un buen ejemplo de cómo la estructura de un tejido puede tener un efecto similar.

Recuperación de humedad.— La recuperación de humedad es la cantidad de agua en una muestra en equilibrio en condiciones permanentes (65% de HR, 21° C.). Todas las fibras naturales absorben y desprenden agua de la atmósfera a su alrededor a menos que ya estén en un estado de equilibrio. Este cambio del contenido de humedad se produce en la superficie y en las regiones amorfas de la fibra; de esta forma, las cantidades de material amorfo y cristalino en una fibra — y, en menor grado, la capacidad de la fibra de unirse al hidrógeno — determinará la sensibilidad a la humedad de la fibra.

Ante una alteración de la humedad relativa, tanto en aumento como en disminución, la fibra absorberá o desprenderá humedad hasta que alcance de nuevo el equilibrio. La pérdida de humedad de la fibra tendrá un logro mayor de equilibrio que una fibra similar que está adquiriendo humedad. Esto se denomina "histéresis" (17). Habrá cambios dimensionales, a veces de naturaleza permanente, puesto que las fibras se ceden y se contraen.

P. BERTOLI, en la obra "Manuale delle fibre tessili" ofrece una serie de tablas con datos numerosos acerca de las características de muchas fibras textiles, de origen diverso. De entre todas ellas, destaco las referentes a un número muy reducido de

ellas, concretamente de las que son objeto de este estudio y con alguna referencia a alguna otra a modo de comparación.

Características moleculares de algunas fibras celulósicas

CARACTERISTICAS	ALGODON	RAMIO	RAYON VISCOSA NORMAL
Grado de cristalinidad:			
. con rayos X	50-52	60-65	33-36
. al infrarrojo	70	70	35-37
. por peso específico	60		28-34
Longitud de las zonas cristalinas en D.P.			
. con rayos X	-	300	80
. al infrarrojo	60	-	60-80
. al microscopio electrónico ...	300	300	-
Espesor de las zonas cristalinas			
. con rayos X de gran ángulo ...	100	100	50-70
. " " " pequeño "	-	100	80
. al microscopio electrónico ...	-	-	-
Orientación de la cadena			
. con rayos X	-	93-95	70-80
. al infrarrojo	-	95	60-70
. por birrefringencia	-	90	-

D.P. = degré de polymérisation = grado de polimerización

Propiedades de algunas fibras celulósicas

CARACTERISTICAS	ALGODON	LAZO VISCOSA ORDINARIA	LAZO VIS- COSA ALTA TENACIDAD	RAYON ALTO MODULO
Grado de polimerización..	12.000	285	480	330
Título	1,5	1,3	1,63	1,4
Hinchamiento ponderal en agua (%)	45	85	62	62
Tenacidad después de ser tratada con sosa al 5% (g/ds)	3,2	1	1,1	1,8
Solubilidad en sosa (10%) a 20º C.	2	51	52	42

Tenacidad y alargamiento de algunas fibras en húmedo

FIBRA	TENACIDAD			ALARGAMIENTO		
	a 65% HR	Húmedo a 20º C.	Humedo a 95º C.	a 65% HR	Húmedo a 20º C.	Húmedo a 95º C.
Algodón ..	100 (2,9)	110	110	100 (9%)	110	110
Viscosa ...	100 (1,6)	50	43	100 (19%)	157	163
Acetato ..	100 (1,1)	45	27	100 (34%)	141	279

Recuperación de humedad de varias
fibras celulósicas

FIBRA	A 65 % HR 20° C. (%)	A 95 % HR 20° C. (%)
Algodón ...	7,0 - 8,5	18 - 24
Lino	12,0	-
Viscosa ..	13,0	27
Acetato ...	6,0	14,.0

Hinchamiento de varias fibras en agua

FIBRA	TRANSVERSAL (%)		AXIAL (%)	EN VOLUMEN (%)
	Diámetro	Area		
Algodón ...	20, 23, 7	40, 42, 21	-	-
Lino	-	47	0,1 - 0,2	-
Viscosa ..	25, 23, 52	50, 65, 67	3,7 , 4-8	109 , 117
Acetato	9, 11, 14	6, 8	0,1 0,3	-

Peso específico de varias fibras:

Lino	1,44 - 1,46
Cáñamo	1,48
Ramio	1,50
Algodón	1,54
Rayón viscosa	1,50 - 1,53
Poliester (tipo Terital) ..	1,38

1.2. DEGRADACION DE LAS FIBRAS TEXTILES CELULOSICAS

Tanto si son de fuentes naturales como sintéticas, todas las fibras y tintes son orgánicos, lo que en términos químicos significa que la química de los compuestos de carbono es la rama de las ciencias con las que el conservador está más relacionado.

La química orgánica originalmente significaba la química derivada de organismos vivos, lo cual es muy cierto sobre todo si se consideran los orígenes de combustibles fósiles puesto que son la base de la industria petroquímica y la última fuente de los productos sintéticos del mundo contemporáneo.

En términos más prácticos significa que los compuestos a los que se llega a través de la química orgánica, así como aquellos que se pueden conseguir directamente de la naturaleza, están sometidos a la decadencia como lo están todos los organismos vivientes.

La velocidad con la que se rompe un compuesto depende de muchos factores y, para aquellos compuestos que forman la base de muchos tejidos, particularmente depende de su estabilidad en presencia de la luz, humedad, otros gases de la atmósfera, calor, ácidos y álcalis. Estos factores no solo ejercen una influencia individualmente considerados uno por uno, sino también a través de interacciones complicadas. El ataque mecánico y biológico puede jugar un papel importante en la destrucción de materiales textiles.

Al conservador de obras de arte, la resistencia y debilidad de fibras y tintes le interesa bajo el punto de vista de tres aspectos

fundamentales:

- a) La historia de un tejido desde su fabricación, uso y medio ambiente en el que ha vivido, afecta a la naturaleza y al grado del proceso de conservación a que vaya a ser sometido.
- b) Asegurar que la elección de los materiales usados en conservación se hace sobre la base de la expectativa de una vida larga y estable y de la ausencia de cualquier posibilidad de interacción adversa con los materiales del objeto.
- c) Asegurar que las subsiguientes condiciones de almacenamiento y exposición sean tales que no favorecerán una posterior degradación en los materiales del objeto, ni acelerarán la iniciación del proceso en todos aquellos usados para conservación.

Mientras se admite que es imposible evitar totalmente los cambios de naturaleza, es esencial comprender las fuentes y mecanismos de degradación para intentar frenarlos.

El estudio de la industria textil muestra que la resistencia de las fibras y su resistencia al paso del tiempo se puede referir directa y proporcionalmente a la longitud y capacidad de las cadenas moleculares de las que están hechas. Cuando una fibra se deteriora, las uniones internas de las moléculas se rompen, haciendo las cadenas más cortas llevando de esta manera, finalmente, al debilitamiento — incluso hasta el punto de ruptura — del hilo en el que las fibras fueron hiladas. Cualquier reacción química o fotoquímica que intente reducir la integridad estructural de la

cadena molecular, por tanto, produce un debilitamiento de la fibra.

1.2.1. Degradación de la celulosa

Para apreciar las formas en que la celulosa puede ser degradada, junto con su habilidad para resistir a varias formas de ataque químico, es necesario considerar un tanto su fórmula química, así como su estructura polimérica.

Una única cadena de celulosa puede ser modificada mediante su exposición a condiciones ácidas o alcalinas, las cuales pueden reducir la longitud de la cadena. Sometidos a condiciones de oxidación, los grupos de hidróxilo de la molécula pueden ser modificados lo que, a su vez, conlleva un aumento en la solubilidad de varios disolventes acompañado por una reducción en la longitud de la cadena. La degradación de esta naturaleza es acelerada por la luz, por la presencia de materiales celulósicos degradados y es catalizada por los vestigios de elementos más comunes, como el hierro y el manganeso.

Frente a esto, la naturaleza polimérica de la celulosa tiende a proteger la celulosa de varias formas de ataques.

Las cadenas de celulosa frecuentemente se disponen en una secuencia ordenada (estructura cristalina) y en estas zonas, las ocasiones de ataque químico sobre la celulosa resultan enormemente restringidas. El elevado grado de permanencia mostrado por materiales celulósicos como el algodón, papel y similares, puede ser atribuido a la estructura ordenada de la

celulosa. Se debe tener en cuenta que las fibras celulósicas que se ven en el algodón o papel, están construídas partiendo de un complejo de cadenas de celulosa que comprende regiones tanto cristalinas como no cristalinas que, a su vez, se agregan en micelas, fibrillas — que se pueden ver a la luz del microscopio sometiéndolas a un gran aumento — y, finalmente, en fibras. La disposición general de estos elementos se puede apreciar en la fig. 8, haciendo notar que la fibra en sí tiene una estructura de capas compleja.

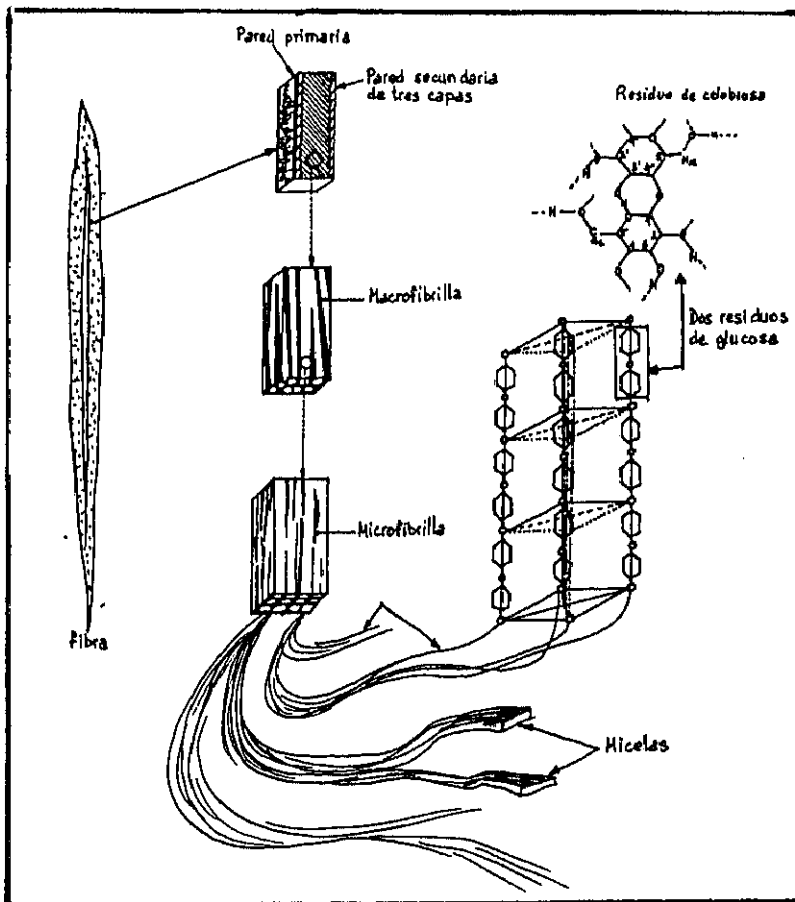


Fig. 8. Las unidades de glucosa se aumentan en cadenas y después en micelas (regiones cristalinas), microfibras y macrofibras y por último en una fibra que, por sí misma, tiene una compleja estructura.

La celobiosa es el sillar estructural de la celulosa a partir de la cual puede ser obtenida por degradación enzimática.

El resultado en forma de red de esta compleja organización es una fibra de celulosa que, aunque fácilmente degradada por varios tratamientos químicos, es mucho más duradera de lo que sería de esperar en un examen de su fórmula química (18). A menos que la agresión química sea tan grande como para modificar severamente su estructura polimérica, las características de la celulosa no resultan seriamente dañadas.

Las conclusiones que enuncia A.J. WATSON acerca de la degradación de materiales celulósicos, se basan en estudios realizados por él mismo a partir del algodón, una de las formas más puras de la celulosa técnica.

Los materiales de algodón en forma de hilo o tejido permanecen intactos después de humedecidos o mojados mientras que los productos de papel pueden descomponerse en fibras individuales. Incluso si las fibras celulósicas no se han visto afectadas por el tratamiento del humedecimiento, la estructura del papel habrá sido destruída y ya no podrá ser disponible para otras pruebas.

Degradación por la acción de agentes químicos. Puesto que la resistencia de las fibras depende de la morfología de sus moléculas, la acción de los agentes químicos que tienda a modificar tal estructura morfológica produce un decaimiento de las fibras.

Aunque se puede afirmar que generalmente las fibras de



proteínas tolerarán la absorción de una cantidad limitada de ácido suave y la celulosa cierto grado de alcalinidad, ambas pueden ser destruidas por ácidos y álcalis fuertes.

La celulosa resulta fácilmente atacable por los ácidos dada su sensibilidad hacia ellos. A temperatura ambiente provocan su hidrólisis (ver pág. 62). El producto formado durante el tratamiento con ácido se llama hidrocelulosa, una sustancia mucho más débil que la propia celulosa.

La severidad del ataque varía con el tipo de ácido y la duración y temperatura del tratamiento. Con ácidos minerales como son el ácido sulfúrico o clorhídrico, un tratamiento prolongado produce la completa despolimerización de la celulosa y su reducción a azúcares simples solubles en agua. La proporción de la agresión varía según el tipo de pre-tratamiento dado a la celulosa durante su preparación. Cualquier degradación durante la etapa preparatoria acelerará el efecto hidrolítico.

La agresión ácida produce un debilitamiento general del hilo o tejido de algodón. La pérdida de resistencia está directamente relacionada con la reducción de la longitud de la cadena de la celulosa y, cuanto más severa sea la agresión del ácido, mayor será la pérdida de resistencia. Si las condiciones del tratamiento son suficientemente severas, la estructura fibrosa es destruida y la celulosa reducida a polvo friable o fácilmente desmenuzable.

La agresión progresiva produce una ruptura de la cadena molecular en la unión glicoacídica 1,4, liberando tantos grupos

reductores como no reductores y con una pérdida de resistencia transformando la fibra finalmente en el mencionado polvo friable.

El nivel de la agresión ácida — número de rupturas en la molécula — se puede medir sobre la base de la fluidez de una solución del material.

En lo que respecta a los álcalis, la celulosa se ve debilitada por el ataque de bases fuertes y reactivos con una pérdida de peso y deterioro progresivo que está en función del número de grupos de aldehídos presentes. La celulosa seriamente degradada es parcialmente soluble en el agua.

Agresión oxidativa. La oxidación de la celulosa puede ser producida por una amplia gama de agentes oxidantes. Aunque la mayoría de ellos son principalmente de interés académico, otros, como los hipocloritos, son ampliamente usados en el blanqueado de las fibras de celulosa usadas en tejido y papel. Se están realizando esfuerzos para controlar estas operaciones de blanqueado para minimizar la cantidad del ataque químico en la celulosa, pero cualquier distanciamiento de las condiciones idealizadas producirán algún daño en la fibra de celulosa. El oxígeno molecular O_2 también puede oxidar la celulosa siendo la proporción de la agresión ampliamente acelerada por las condiciones alcalinas y temperaturas elevadas.

Todas las formas de agresión oxidante tienen como resultado una modificación de la celulosa, un acortamiento de la cadena

de celulosa y un debilitamiento de la fibra de celulosa. Únicamente se requiere un consumo pequeño de oxígeno para producir este efecto. Por ejemplo, un consumo del entre 1 y 2 por ciento de oxígeno por unidad de anhidroglucosa, puede producir una reducción del 50% en la resistencia a la tracción del hilo de algodón.

Los productos de oxidación de la celulosa generalmente son denominados como oxicelulosa, una sustancia degradada dependiente en gran medida de la naturaleza del agente oxidante y las condiciones — sobre todo del pH — en las que la reacción tiene lugar.

La degradación, sin embargo, no necesitaría aparecer hasta que la celulosa sea tratada con un álcali, hecho que tiene una importancia particular durante el blanqueado.

Degradación fotoquímica. La luz es otro factor degradante de la materia textil. Considerada como energía, la luz es una oscilación electromagnética y la energía que transmite a los objetos, se manifiesta por medio de ondas de diferente longitud.

La luz de todas las longitudes de onda proporciona la energía necesaria para activar las reacciones fotoquímicas que, a su vez, conducen al deterioro el cual no se produce en el vacío, lo que significa que el oxígeno y la humedad son necesarias en el proceso y toman parte activa en él.

El espectro que alcanza la visión es solo parte de la

energía liberada pero el total de ella (cuantos de luz) es enorme, está libre e implica a millones de moléculas que están siempre en movimiento. Los cuantos de luz o fotones, son más potentes que los cuantos térmicos del calor.

De ellos, los fotones de luz roja (gran longitud de onda) ocasionan menor deterioro que los fotones de luz violeta (poca longitud de onda). Por lo tanto, las radiaciones infrarrojas (IR) son menos dañinas que las radiaciones ultravioletas (UV). En cambio el ojo es más sensible a las longitudes de onda que a las largas porque cuando anochece, los azules aclaran mientras que los naranjas oscurecen (efecto Purking, apreciado ya en el siglo VIII).

Es bien conocido que los materiales celulósicos resultan dañados por una prolongada exposición a la luz. Los signos visibles son cierto grado de descoloramiento acompañado por una pérdida general de resistencia.

Los tejidos no deben ser expuestos a la luz del día, ni directamente a ninguna luz, a menos que la banda UV haya sido filtrada y la intensidad reducida al mínimo nivel practicable a la vista.

La duración de la exposición también es esencial, puesto que el efecto es acumulativo. Aunque el daño causado por una exposición corta e intensa puede diferir del causado por una exposición larga y moderada, el daño se produce en ambos casos y, por lo tanto, la duración del tiempo de exposición debe ser

estrictamente limitado.

La luz solar hace que los tejidos pierdan gradualmente fuerza y debilita la intensidad de los colorantes, si los hubiere. Sobre esto hay tablas publicadas que, aún sin exponer los detalles experimentales, ofrecen los resultados de diversas experiencias al respecto, como es el caso de Elizabeth STROMBERG (19) que en "Nouvelles de l'ICOM" n. 3 de 1.959, ofrece los siguientes datos:

- Tiempo de exposición a la luz solar para perder el 50 % de resistencia al desgarre:

Seda cultivada	200 horas
Yute	400 "
Algodón	940 "
Lino	990 "
Lana	1.200 "
Lana teñida al cromo	1.900 "

Los factores que pueden hacer variar el grado de deterioro, son:

- intensidad de la luz
- temperatura
- grado de humedad
- radiación UV

La cuestión de la acción química de la luz sobre las sustancias es muy amplia y no tiene límites bien definidos.

Las relaciones entre la luz y la materia han sido interpre-

tadas a la luz de las teorías actuales sobre la estructura de los átomos y las moléculas de la "cuantización de la energía".

Los átomos se consideran como formados por electrones con carga negativa que rodean un núcleo de carga positiva relativamente pesado y las moléculas están formadas por núcleos atómicos que contienen electrones en común entre ellos. Los electrones, núcleos y moléculas de una sustancia, se mueven de diversas maneras en relación unos con otros, movimiento que denota energía. Esas energías electrónicas están cuantizadas; es decir, no asumen todos los valores imaginables sino que están restringidas a un grupo limitado que depende del sistema. Los valores observados se llaman "niveles de energía". Las moléculas cambian su nivel de energía absorbiendo o emitiendo radiación electromagnética, que suministra o elimina la energía necesaria para mantener el principio de la conservación de la energía. Esta energía necesaria puede provenir de la luz (fotones o cuantos de luz).

La luz actúa sobre la materia de diferentes maneras, mostrando los fenómenos de refracción, reflexión, difusión y absorción. En todos, salvo en el último caso, la energía de la luz es conservada y no es transferida a las moléculas. Solo cuando se produce absorción la luz provoca un efecto químico permanente.

Las diferentes longitudes de onda poseen diferentes valores de energía:

IR de onda corta ..	10.000	Å	(long. onda)	--	28,6	Kcal/mol
Rojo oscuro	7.000	"	"	--	40,7	"
Verde	5.200	"	"	--	55,1	"
Violeta	4.000	"	"	--	71,5	Kcal/mol
Ultravioleta	2.000	"	"	--	143,0	"

La energía de enlace, o sea, la energía necesaria para romper la ligadura entre átomos en una molécula, suele estar comprendida entre 50 y 100 Kcal/mol.

El cambio fotoquímico implica una ruptura o aflojamiento sustancial de enlaces en las moléculas. De las ondas largas de la región infrarroja del espectro, no puede esperarse, por tanto, este tipo de actividad. Las ondas infrarrojas y las más largas, ponen simplemente en vibración o rotación las moléculas; sólo por absorción de cuantos de luz visible o ultravioleta, son perturbados los electrones de los enlaces químicos.

De una molécula que ha pasado a un nivel de energía más alto, en este caso por absorción de energía de la luz se dice que está "excitada electrónicamente". Las moléculas excitadas tienen normalmente una vida muy corta (generalmente inferior a 10^{-10} seg.), es decir, que, o reaccionan rápidamente e irradian como fluorescencia la energía absorbida o la convierten en energía vibratoria (calor). Sólo en el primer caso se produce efectivamente un cambio químico; el segundo tipo de comportamiento es uno de los fundamentos, por ejemplo, de ciertos estabilizantes barnices.

Algunas reacciones fotoquímicas más características, son:

a) Proceso de disociación. La disociación o ruptura de un enlace químico es un tipo muy frecuente de acción fotoquímica. Los átomos o radicales producidos (mecanismo radicalico) reaccionan después para dar de nuevo la molécula original (proceso de recombinación) o para formar otros productos estables.

b) Fotosensibilización. Este término se aplica a las reacciones en las que una sustancia absorbe la luz y no muestra por sí misma ningún cambio permanente, pero provoca la descomposición de otras moléculas presentes.

c) Fotooxidación. En los procesos de fotooxidación es absorbida la luz por la sustancia oxidable o por un fotosensibilizador, de modo que dicha sustancia puede reaccionar con oxígeno molecular. Esta reacción alcanza a las sustancias con cierta "permeabilidad" al oxígeno, es decir, que no exista "carencia" de oxígeno. (Este hecho tiene repercusión más clara en la cuestión de la oxidación de pigmentos y aceites secativos).

Como puede deducirse de la contemplación de los datos expresados en la página anterior, se considera particularmente dañina a la luz a causa de la elevada presencia de rayos UV que, precisamente, son los encargados de romper las cadenas moleculares. (La energía UV en las radiaciones de la luz del sol es casi seis veces mayor que las de las lámparas incandescentes; las reacciones fluorescentes se sitúan entre esos dos valores).

Otra fuente de peligro puede estar en el calor generado por ciertos tipos de lámparas, particularmente de la variedad incandescente.

La radiación artificial, dada su intensividad relativamente débil produce las mismas alteraciones en una escala mucho menor pero también las produce, aunque en períodos muy prolongados.

Las lámparas incandescentes, por otra parte, presentan el inconveniente de producir un cierto recalentamiento. La iluminación puede ser dañosa por tres motivos:

- por ser demasiado intensa
- por ser particularmente rica en radiación UV
- porque produce calor (20)

El efecto de la exposición a la luz consiste en la degradación de las fibras y en la decoloración de los colores. Ciertas tinturas usadas solo en formas "al tino" (de los lavaderos de lana) o a base de azufre, pueden favorecer tal degradación. El fenómeno de la decoloración es muy complejo pudiéndose establecer cuatro tipos de procesos fotoquímicos:

a) La tintura absorbe la luz y se descompone porque sus moléculas no son estables en la forma fotoexcitada.

b) Las moléculas fotoexcitadas de la tintura son inestables en presencia de algunas sustancias particulares con las que reaccionan formando compuestos.

c) La tintura y otras sustancias absorben la luz y en el

estado de excitación reaccionan entre ellas.

d) La tintura se descompone por el proceso fotocatalítico: el fotocatalizador absorbe la luz y, en el estado de excitación, reacciona con la tintura. (21)

Algunos procesos de acabado y perfeccionamiento de tejidos pueden acentuar la fotodegradación.

Fotodegradación de la celulosa. Depende de las condiciones atmosféricas, de la naturaleza de la fibra y del tipo de aditivos presentes. Se ve acelerada por la presencia del SO₂ en la atmósfera originando la Oxixelulosa, debilísima.

La interpretaciones del mecanismo son numerosas (22): por una parte se postula la oxidación de la fibra con el oxígeno atómico resultante de la reacción de la tintura con el oxígeno molecular. Por otra parte, se sostiene que la oxidación se debe a la reacción entre la tintura activada y la celulosa a través de la sustracción de un átomo de hidrógeno.

A. J. WATSON (23) explica dos mecanismos diferentes. En uno de ellos, la energía es el factor responsable de la degradación de la celulosa, pero en el segundo tipo, las impurezas en la celulosa y la presencia de humedad y oxígeno, todo ello, contribuyen al ataque.

a) Fotólisis. Este efecto se produce por una alta radiación de energía en la zona ultravioleta que rompe algunas de las

uniones químicas en la cadena de celulosa. Puesto que solamente se produce por ondas de luz bastante por debajo de las que se encuentran a la luz del día o a la luz artificial normales, es principalmente de interés académico.

- b) Fotosensibilización. Estos efectos se producen por la luz normal, no mediante un ataque directo sobre la celulosa sino por la fotosensibilización de materiales que han sido añadidos a la celulosa bien directamente o bien introducidos durante su fabricación.

Este efecto se advierte normalmente con algunos tintes y es acelerado por la presencia de humedad y oxígeno. El efecto también es producido por ciertos pigmentos como el óxido de zinc y el dióxido de titanio — ambos se usan en algunas clases de papel —. Frente a esto se puede evitar el efecto mediante la presencia de muy pequeñas cantidades de ciertos metales.

Esta forma de degradación puede ser atribuída a una oxidación directa debida al oxígeno atmosférico, junto con la producción de materiales oxidantes producidos por la interacción de la luz con los tintes o pigmentos. Esta forma de ataque avanza bastante lentamente pero puede conducir finalmente a reducciones bastante marcadas de las propiedades de resistencia.

1.2.2. Daños producidos por la humedad

Principalmente son tres las formas de deterioramiento influenciadas por la humedad relativa:

1) Variaciones en las dimensiones y en la forma.

La absorción de humedad provoca una hinchazón de las fibras cediéndose y la pérdida de humedad, un encogimiento o contracción diverso de una fibra a otra. Tales variaciones pueden introducir graves tensiones en la fibra, hilo o tejido y conducir a roturas en el caso de manufacturas realizadas con más materiales o con más partes del mismo material, o por vía de colantes presentes o porque los materiales se hinchan en dos direcciones distintas.

Por otra parte, un valor de HR demasiado bajo favorece una contracción: el tejido se deseca como cuando se encoge y, a continuación de esta acción física, la fibra pierde sus propiedades de flexibilidad, elasticidad y resistencia a la tensión. (24)

2) Catalizando las reacciones químicas.

Incluso un nivel medio de HR puede ser dañino para los metales por cuanto favorece los fenómenos electroquímicos que llevan implícitos, entre los materiales utilizados en los hilados metálicos, especialmente en el cobre y sus leyes. La HR influye en la estabilidad de los colores:

todas las fibras decoloran más rápidamente en condiciones de humedad elevada. Lo mismo ocurre con el tejido que se degrada más fácilmente.

3) Biodegradación o ataque biológico.

1.2.3. Biodegradación: Hongos y Bacterias

En el punto 1.1.6. ya se ha hecho una breve alusión a la capacidad que tienen las fibras textiles celulósicas de ser atacadas por organismos vivos.

La humedad afecta al grado y cantidad de degradación que se produce si un tejido se expone a radiaciones o al calor. Las condiciones húmedas también promueven el desarrollo de organismos e insectos.

De la experiencia se desprende que en condiciones muy húmedas resulta menos probable la comprobación de un daño físico, pero crece la probabilidad del ataque por parte de microorganismos e insectos. (25)

En la suciedad húmeda se encuentran casi todos los tipos de organismos que pueden atacar a los materiales textiles y que, en condiciones de sequedad, permanecen inertes. Cuando insectos y microorganismos prosperan en un tejido, lo debilitan, bien sea utilizando las sustancias del tejido para nutrirse, o depositando sobre el tejido excrementos que pueden deteriorarlo. Así, un tejido enmohecido se presenta frecuentemente carga-

do de acidez la cual proviene del hongo que produce el moho. En la celulosa, el ataque es debido principalmente a los microorganismos. La lana, sin embargo, es más susceptible a la acción de carcomas e insectos, aunque no sea la termita la que produce realmente el daño: ésta deposita los huevos sobre la lana pero es la larva, cuando los huevos se abren, la que devora rápidamente la lana formando los típicos agujeros.

El moho, con frecuencia deja tras de sí una masa de puntos negros o grises que son millares de fibrillas diminutas inextricablemente mezcladas con las de las fibras textiles.

ORGANISMOS BIODegradantes. El conocimiento de fenómenos de biodeterioración es antiguo pues ya se encuentran referencias a él en el Antiguo Testamento, en Lev. 13, 47-49 haciendo alusión a degradación de lino y lana, cuero y piel a causa de humores emanados de la enfermedad de la lepra. Plinio el Viejo, en su "Naturalis Historia" asocia la abundancia de algunos insectos con la humedad y con algunos materiales (madera, lana, ..).

La Segunda Guerra Mundial dió gran impulso a los estudios sobre el tema de la biodeterioración ante la necesidad surgida de implantar medidas de protección hacia materiales de interés estratégico sometidos a procesos de destrucción a causa del ataque violentísimo de microorganismos, especialmente en el Area del Pacífico. En la postguerra, han sido los países más avanzados industrialmente y mejor dotados en materia de investigación, los que más han impulsado este estudio, como Estados

Unidos, Alemania, Australia, Gran Bretaña, por citar sólo algunos países. Desde 1.960 existe una Asociación Internacional para el estudio de la biodeterioración de los materiales ya que el avance de los estudios hace que haya que considerarlo casi como una especialización dentro de la Biología.

Aún más reciente es la aplicación de estos estudios a la conservación de los Bienes Culturales en cualquiera de sus manifestaciones: arquitectura, pintura, escultura, códigos, etc.

Los procesos de biodegradación son debidos a la acción de diversos organismos pertenecientes al reino vegetal y animal, desde los unicelulares hasta otros más complejos como pueden ser los insectos.

Dado que estamos tratando de un material integrante de obras de arte cual es la tela, de aplicación principalísima en la pintura, este estudio se va a centrar en los organismos causantes de daños en ella, derivados de aquellos producidos por los organismos que atacan a la tela soporte de la pintura, la cual, como elemento compuesto de fibras textiles vegetales, tiene como componente principal a la celulosa. Por tanto, hay que buscar cuáles son los organismos que atacan a la celulosa, encontrando dos tipos de microorganismos heterótrofos:

a) Bacterias heterótrofas: Saprofitas y, sobre todo, celulósicas (Saprofitos son organismos saprófagos, es decir, que se alimentan de restos orgánicos en descomposición).

b) Hongos: Los organismos AUTOTROFOS se nutren por sí mismos. Son las plantas de color verdes que, gracias a la fotosíntesis, no requieren carbono orgánico para su desarrollo, siendo capaces de captar la energía de la luz solar transformándola en energía química. Se produce en seres con pigmentos de clorofila.

Los HETEROTROFOS se alimentan de compuestos orgánicos ya sintetizados por otros seres: animales, bacterias, hongos y plantas parásitas. Necesitan moverse para buscar alimentos.

BACTERIOS: Son organismos muy pequeños. Como ejemplo para ilustrar la comprensión de su tamaño, se puede citar el "Thiospirillum jenense", que mide 0,08 mm. o lo que es igual: 80,0 μ m de longitud; el "Escherichia coli", con 0,003 mm. de longitud; el "Micrococcus", de 0,0005 mm. equivalente a 0,2 μ m. de diámetro.

(Para dar una idea cabal de las dimensiones en que nos movemos, he aquí una relación de las equivalencias respecto al milímetro:

$$1 \mu\text{m} = \text{MICRA} = 1/1.000 \text{ mm.} = 10^{-3} \text{ mm.}$$

$$1 \text{ nm} = \text{NANOMETRO} = 1/1000 \mu\text{m.} = 10^{-6} \text{ mm.}$$

$$1 \text{ \AA} = \text{ÅNGSTRÖM} = 1/10000 \mu\text{m.} = 10^{-7} \text{ mm.})$$

La mayoría de las especies son unicelulares y constituyen un grupo extraordinariamente importante para el equilibrio

biológico. Adoptan formas derivadas de otras formas-base como son: la esfera, el cilindro recto y el cilindro curvo.

Según esto se pueden distinguir:

COCOS = Esféricos que se suelen agrupar en colonias.

BACILOS = De forma esporífera en forma de bastón.

VIBRIONES = Como bastoncillos curvados.

ESPIRILOS = Bastoncillos arrollados en hélice.

Su pared celular tiene un grosor de 20 nm. Su resistencia mecánica se debe a una envoltura llamada "sáculo" que consta de un polímero llamado "mureína". Las diferencias en la pared celular de los bacterios se pueden reconocer mediante la llamada "COLORACION DE GRAM", siendo "gram-negativos" aquellos bacterios que, después de colorearse con anilina, el colorante puede ser eliminado por lavado y "gram-positivos" aquellos en los que la pared celular permanece coloreada. Esta prueba de diferenciación no puede emplearse con los bacterios carentes de pared, que son los llamados "formas L".

Dadas las dificultades de tipo morfológico derivadas de su pequeñez, para ordenar sistemáticamente a los bacterios se atiende a los criterios de tipo bioquímico y fisiológico, con lo que se obtiene:

DIVISION 1ª: ARQUEBACTERIOS. Organismos productores de METANO o metanógenos, también denominados "metanobacterios", anaerobios, con 12 especies conocidas agrupadas en 9 géneros.

DIVISION 2ª: EUBACTERIOS. Pared celular de "mureína" que contiene ácido muraménico. Son los cocos, bacilos, vibriones y espirilos agrupados en "gram-positivos" y "gram-negativos", englobando cada uno de ellos organismos variados que realizan funciones diversas en los organismos superiores vegetales y animales, siendo responsables de numerosas acciones como fermentaciones, podredumbres, enfermedades, infecciones, fijadores del nitrógeno, oxidaciones de compuestos de azufre.

Los bacterios se encuentran en número inmenso y en todas partes, tanto en el aire como en la tierra y cualquier objeto. Durante el tiempo que estén en estado de esporas tienen una asombrosa resistencia frente a temperaturas extremas y situaciones de desecación, pudiendo resistir durante varias horas temperaturas de hasta 100° C, así como las extremadamente bajas, pero pueden ser destruidas manteniéndolas durante 10 minutos a una temperatura de 80° C, situación conocida como "pasteurización". Incluso en cámara a -10° C. y más bajo aún, tienen lugar procesos metabólicos.

Su período vital es escaso, unos 20 minutos en condiciones óptimas para ellos lo cual les dota de un gran poder reproductor ya que un bacterio, al cabo de un año, ha podido producir $2^{27,000}$ descendientes o, lo que es igual, 2^{72} /día. Esta abundancia reproductora se ve controlada por las condiciones externas que necesitan para desarrollar su vida, pues solo

tienen actividad cuando la humedad del ambiente es muy elevada, casi del 100%. De aquí se puede deducir la gran importancia que tiene para la conservación de los Bienes Culturales el control ambiental como medida preventiva ante la aparición y actividad de estos microorganismos.

Unas células bacterianas son inmóviles, pero otras poseen movilidad gracias a los flagelos (cuya longitud es de varios μ m. y unos 20 μ m. de grosor) fijos en el citoplasma, debajo de la membrana plasmática. El movimiento se produce por impulso, por tracción, y, algunas veces, alternando ambos dándose un número de revoluciones alrededor de 3.000/minuto, como un motor eléctrico mediano, gracias a lo cual podría recorrer en 1 segundo una distancia equivalente a 50 veces la longitud de la célula.

Muchos bacterios son causantes de enfermedades en animales y en el hombre, siendo menos frecuente este tipo de acción sobre las plantas; no es frecuente que penetren directamente en la célula viva sino que, generalmente, viven en los espacios intercelulares y disuelven las láminas medias. ESTE PROCESO ES PARTICULARMENTE BENEFICIOSO EN EL ENRIADO DEL LINO PUES CONTRIBUYE A AISLAR LAS FIBRAS PARA OBTENER LA FIBRA TEXTIL.

La presencia de sustancia orgánica de fácil descomposición, preparada por la secreción de enzimas o fermentos, favorece su rápida multiplicación y es en esa descomposición de materia orgánica en la que radica la función más importante de los bacterios para el ciclo de los elementos CARBONO-NITROGENO-

AZUFRE-FOSFORO conducente a la mineralización de los compuestos orgánicos. La agricultura y la eliminación de basuras se aprovechan de esta actividad de los bacterios, concretamente en la producción de estiércol. Hay especies que tienen especial facultad para fijar el nitrógeno atmosférico como la especie "Rhizobium" de los tubérculos de leguminosa gracias a la cual el suelo se puede enriquecer hasta con 200 Kg.-año/ha. de nitrógeno molecular.

Mediante enzimas segregadas, provocan una intensa descomposición del sustrato en condiciones tanto aerobias como anaerobias, pudiéndose citar como particularidades de su metabolismo:

- autotrofía / por fotosíntesis (sulfobacterias)
 \ por quimiosíntesis
- fijación del nitrógeno molecular
- desnitrificación
- desulfurificación
- fermentaciones
- enfermedades

Las bacterias fotosintéticas, son capaces de utilizar la luz como fuente de energía para transformar la materia orgánica por medio de la fotosíntesis.

La actividad denominada "quimioautotrofía", se produce solamente en los organismos procariotas y entre sus funciones hay que señalar:

a) Nitrificación que engloba a las bacterias del ciclo del nitrógeno. Son aerobios, frecuentemente privados de flagelos difundidos en cantidades variables en el terreno. Necesitan un hábitat más parecido al de las sulfobacterias a la que van siempre asociadas. Oxidan el amoníaco, NH_3 , a través de nitrito a nitrato siendo así causantes, gracias a esta actividad, de una acción corrosiva cuando actúa sobre materiales que conforman una obra de arte. Comprende dos grupos pág. 68 de especies: los "Nitrosomonas" que transforman el NH_3 en nitrito y los "Nitrobacter" que transforman el nitrito en nitrato.

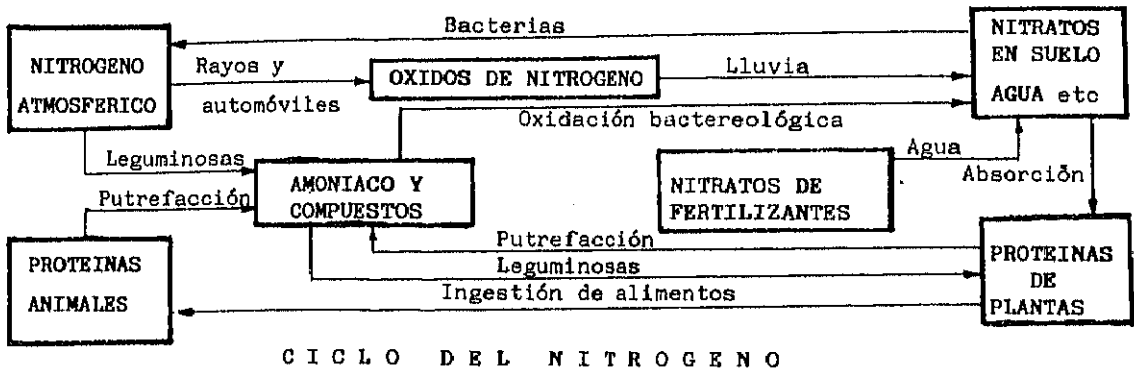
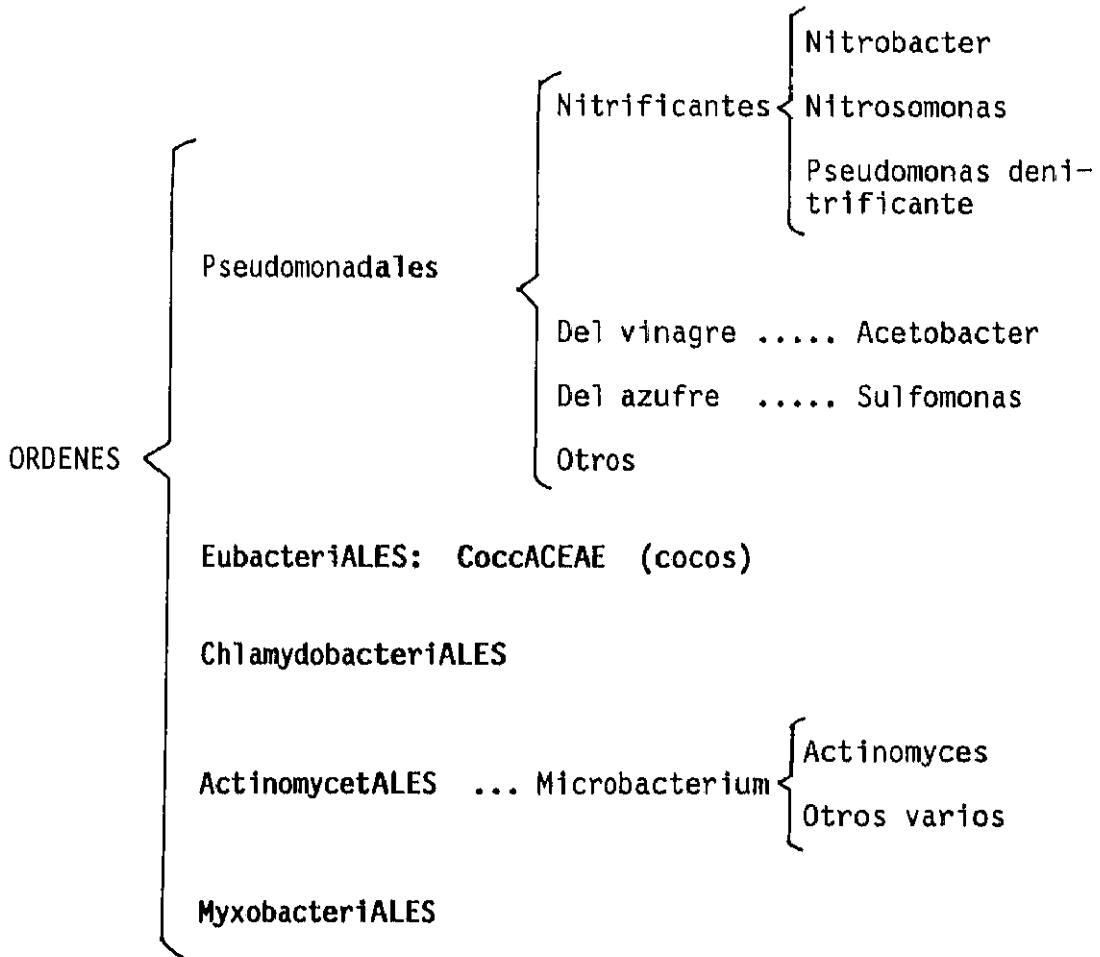
b) Oxidación del azufre. Lo realizan sulfobacterias incoloras, autótrofas, con forma de bastoncito, provistos a veces de flagelos, difundidas en cantidad variable. Oxidan compuestos de azufre. Necesitan oxígeno, anhídrido carbónico, agua y sustrato inorgánico rico en compuestos de azufre. Parece ser que su acción negativa, también de tipo corrosivo, ataca a la piedra. Pertenecen a este grupo especies del género "Thiobacillus".

c) Ferro y manganobacterias. Son los que oxidan el hierro bivalente liberando poca energía por lo cual transforman grandes cantidades de sustrato; intervienen en la formación de la limonita. A este grupo pertenecen los "Ferrobacillus".

Fijación del nitrógeno molecular. La gran reserva de nitrógeno molecular solo puede ser aprovechada por unos pocos procariotas. Para ello se necesita un sistema de enzimas llamadas "nitrogenasa" que se dan en algunas bacterias heterótrofas

de vida libre como los "Azotobacter" y "Rhodospirillum rubrum".

Las bacterias se agrupan en varios ORDENES de los que solo van a quedar expuestos aquellas especies que tienen relación directa con los ciclos indicados y con los procesos de degradación.



Hongos

Los hongos que interesan en esta exposición son microorganismos eucariotas heterótrofos, de formas variadas, provistos de HIFAS o células cilíndricas a modo de filamentos que, por ramificaciones, forman el micelio. Son colonizadores primarios pero a menudo desarrollan su actividad junto a Actinomicetos y Bacterias. Como colonizadores secundarios se difunden bajo el precedente ataque de Algas.

Requieren agua, aire, sustancia orgánica de cualquier tipo y producen daños de naturaleza química sustrayendo del sustrato principios nutritivos de origen variado, depositando sucesivamente compuestos alifáticos, sustancias aromáticas, sustancias que contienen azufre y nitrógeno y pigmentos (rojos, amarillos, grises, verdes). Provocan daños físico-mecánicos determinados por la penetración de las hifas en el sustrato.

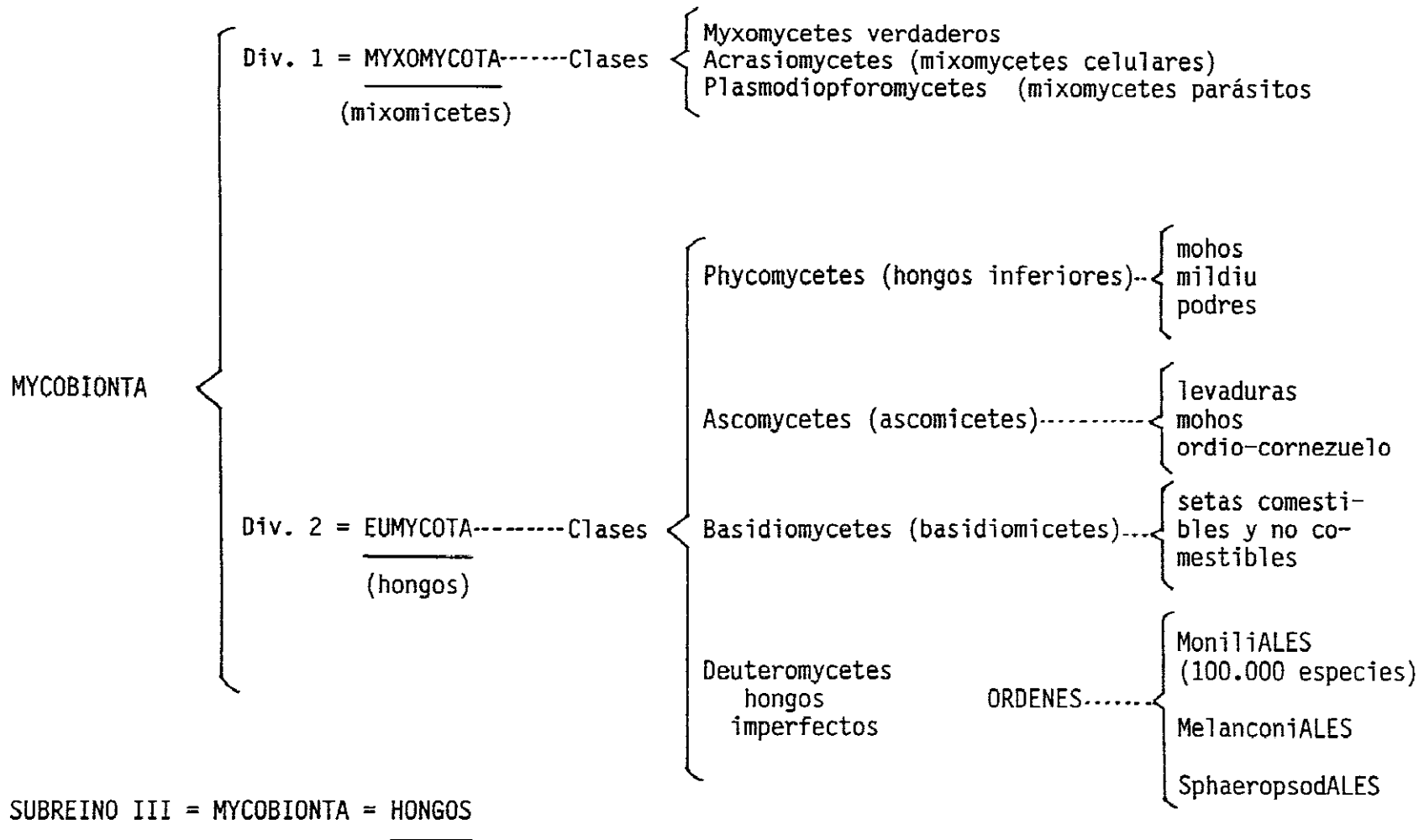
Morfología y forma de vida. El cuerpo vegetativo está formado por HIFAS o filamentos ramificados generalmente, que se agrupan formando MICELIOS que es más amplio y poderoso cuando aumenta el nivel evolutivo. Las formas primitivas tienen un solo núcleo celular y las superiores lo poseen en número elevado como consecuencia del aumento de tamaño del micelio.

Viven en todos los climas de la tierra siempre que la humedad sea suficiente, generalmente alta. La intensidad del crecimiento depende de la concentración de sustancias nutritivas y, especialmente, de la temperatura pudiendo soportar 60° C

y -10°C durante largo tiempo sin detener el crecimiento. Son muy numerosos en suelos ácidos (los bacterios los prefieren neutros o alcalinos) de los bosques; las micosis de las plantas cultivadas y árboles presuponen un pH entre 3'5 y 6'5 dentro de los tejidos vegetales.

Son saprófitos produciendo daños diversos principalmente podredumbres; en la descomposición por destrucción utiliza la celulosa dejando intacta la lignina. Producen la destrucción de la madera, viven en partes muertas de vegetales segregando toxinas que matan a los tejidos vivos de la planta.

Hay hongos "parásitos obligados" que solo pueden vivir dentro de tejidos vivos (el mildiu, por ejemplo) y "parásitos facultativos" que, aún después de atacar a la planta viva pueden continuar viviendo después de su muerte.



La reproducción o multiplicación vegetativa, es decir, por fragmentación, ocurre a través del desarrollo de esporas unicelulares que se pueden formar de dos modos:

a) Endógeno o dentro de una célula madre (esporangio) con lo cual tenemos las "endósporas" que dan lugar a "zoósporas" desnudas que se mueven gracias a sus flagelos, "aplanósporas" desnudas que se rodean de una pared y "autósporas" inmóviles que, dentro ya de la célula madre, están rodeadas de una pared y adoptan la forma de la futura célula trófica (término relativo a la nutrición).

b) Exógeno a partir de una célula madre, en donde tenemos los "conidios", siempre inmóviles que se dispersan por anemocoria (o por medio del viento) o por zoocoria (por medio de los animales).

Otras formas de multiplicación vegetativa consiste en la descomposición del micelio en células aisladas o en la delimitación de las denominadas células gigantes.

En los tres órdenes se encuadran las especies que causan daños a materiales que conforman las obras de arte. Así los géneros "Penicillium" y "Aspergillus" pertenecen a la clase de los Moniliales cuyas especies, así como las de los "Fusarium" suelen ser parásitos de los vasos de otras plantas provocando su marchitamiento, como el "Fusarium lini" que ataca al lino. Las especies de los Melanconiales producen aparición de manchas en las hojas.

De las clases que aparecen en el esquema clasificatorio, interesan los Deuteromycetes, hongos imperfectos, pues son los que mayor incidencia tienen en la degradación biológica de obras de arte entre las que se encuentran las realizadas en pintura sobre tela, pertenecientes a la División Eucomiota u hongos verdaderos.

El cuerpo de los EUCOMYCOTA está formado por filamentos celulares o hifas; las distintas clases se basan en diferencias en la forma de reproducción sexual.

En los Deuteromycetes entran el 30% aproximadamente de los hongos. Se desconoce exactamente su forma principal de multiplicación o de reproducción sexual y por eso forman un grupo aparte según un tipo de reproducción secundaria por multiplicación de sus conidios.

Acción sobre los materiales celulósicos

Ya ha quedado claramente expuesto que la celulosa es la principal componente estructural de las paredes celulares de las plantas y probablemente es el componente biológico más abundante sobre la tierra, siendo el cálculo mundial aproximado de unas 26,5 x 10 toneladas.

La celulosa se produce en amplias cantidades y el hecho de que se regenera con relativa rapidez, enfatiza tanto su susceptibilidad para ser atacada por organismos, como la variedad de organismos capaces de atacarla y utilizar los productos de

descomposición. En las plantas verdes, la celulosa, que es el principal material encontrado en las paredes celulares primarias que se engrosan en tejidos estructurales y conductivos, proporcionan muchas de las fibras de las plantas utilizadas por el hombre. La celulosa es característica de hongos superiores, algas y todas las plantas superiores. La celulosa parece sólo en las algas, pero en grupos vegetales superiores frecuentemente aparece en asociación con la lignina que protege la celulosa del ataque de microbios, como se demuestra por la mayor resistencia de las fibras de sisal o yute comparadas, por ejemplo, con las de algodón.

La lignina, aunque esté hecha a partir de los mismos elementos que la celulosa (principalmente carbono, hidrógeno y oxígeno), no está construida partiendo de sub-unidades de glucosa, y por tanto, no es un hidrato de carbono. Forma una molécula reticular irregular más bien que cadenas, con un peso molecular en la región de 100.000 o más.

La susceptibilidad de la celulosa al ataque biológico depende de la presencia de condiciones medioambientales adecuadas para la colonización por parte de organismos y también de la forma física y química de la celulosa, que variará dependiendo del tipo de producto que sea elaborado. La ruptura física de las fibras de celulosa por trituración puede aumentar su susceptibilidad. Cuando se fabrica papel la celulosa es deslignificada, produciendo un material más susceptible. La celulosa natural es principalmente cristalina con algunos enclaves amorfos y a medida que sobrelleva procesos físicos y químicos, se

crean muchas más partes amorfas a lo largo de la macromolécula. Este cambio es el que hace que la propia celulosa sea más propensa al ataque.

El uso de estas formas "puras" de celulosa fácilmente manejable es, sin ninguna duda, más sencillo para quien hace un trabajo de laboratorio, pero los resultados obtenidos se deben tratar con precaución si se van a referir, por ejemplo, a la decadencia de la madera o la paja, puesto que las fracciones de celulosa en tales materiales no estarán expuestas a un ataque de la misma magnitud.

La celulosa resulta a menudo modificada químicamente en la producción de formas derivadas destinadas a usos particulares; se ha realizado mucho trabajo de laboratorio con celulosa amorfa altamente modificada, como es el papel de filtro, el polvo de celulosa e incluso celulosa regenerada como el celofán. Estas formas de celulosa modificadas y regeneradas tienen aplicaciones como tejidos (el rayón es celulosa regenerada), películas o finas capas de empaquetado (como el celofán), películas fotográficas (nitratos de celulosa y acetato) y como espesantes, rellenos y materiales extensores (carboximetilcelulosa) en adhesivos, alimentos y pinturas de emulsión.

Muchas de estas formas de celulosa son susceptibles de ataque biológico. En el pasado, se realizaron intentos para modificar químicamente la molécula de celulosa (en oposición al uso de tratamientos biocidas) para proporcionarle una mayor resistencia al ataque biológico. Sin embargo, tales técnicas no

parecen haber resultado particularmente satisfactorias o económicas en la práctica.

El mecanismo de descomposición de la celulosa no es únicamente un ejemplo de cómo los microorganismos pueden degradar moléculas mayores, naturales o sintéticas, sino también de cómo las enzimas liberadas por los organismos pueden continuar descomponiendo materiales incluso cuando las células que los producen son retiradas o ya no viven. Todos los organismos vivos poseen una determinada variedad de reacciones implicadas en procesos biosintéticos y liberadores de energía. En células activas, estas enzimas intracelulares o constitutivas son producidas continuamente y usadas rápidamente. Cuando se dispone de un sustrato adecuado en el entorno inmediato de las células deben producir otros tipos de enzimas, conocidas como enzimas extracelulares o periféricas, y normalmente es posible inducir la producción de tales enzimas proporcionando un sustrato apropiado. Las enzimas extracelulares son necesarias para degradar las moléculas del sustrato hasta conseguir un tamaño de tal forma que los mecanismos de transporte de las membranas de la célula pueden absorberlo para su postrior descomposición y utilización dentro de la célula.

La celulosa (cuyo peso molecular varía de 200.000 a 400.000 o más dependiendo de la fuente) se descompone normalmente en glucosa a través de cierto número de intermediarios mediante un sistema de enzimas conocido como complejo de celulasa. Estas enzimas son C1, una exoglucasa, Cx, una endoglucasa (también

conocida como carboximetilcelulosa o CMCasa), y una β -glucosidasa (celobiasa). Si se le añade al sistema un exceso de glucosa (el producto final), se reprime la producción de las enzimas complejas de celulosa, es decir, el sistema se autoregula gracias a la cantidad de glucosa presente. Es importante saber si un organismo es capaz de una actividad del tipo C1, ya que la capacidad para utilizar la mayoría de los medios celulósicos de laboratorio que consisten principalmente en celulosa amorfa sólo indica la actividad Cx (CMCasa) y no es indicativa de ninguna capacidad para degradar la celulosa pura, que tiene más componentes cristalinos necesitando C1 para una descomposición inicial.

Una vez liberadas, las enzimas extracelulares no dependen del organismo para su actividad.

Se sabe que algunas bacterias pueden degradar la celulosa. Se pueden encontrar bacterias celulolíticas como las "Celulomonas" y "Cellvibrio" en sustancias particulares, por ejemplo en la madera, pero su aislamiento con los medios del laboratorio puede ser difícil.

Se ha llevado a cabo más trabajo sobre las actinomicetas que son capaces de colonizar residuos alcalinos de plantas de celulosa en elaboración retirando rápidamente la fracción de celulosa. Las bacterias tienen probablemente su mayor efecto sobre la celulosa bajo condiciones muy húmedas (por ej. el "encharcamiento" de troncos para aumentar la permeabilidad de los biocidas), pero incluso cuando el alcance de su función en

la decadencia de la celulosa se comprende y cuantifica más completamente, sus efectos totales pueden resultar pequeños comparados con los de los hongos.

Otras condiciones medioambientales relacionadas con la descomposición de la celulosa incluyen la disponibilidad de los nutrientes, siendo un factor clave la proporción de carbono respecto al nitrógeno (C:N). (En muchos tipos de madera, la proporción C:N es muy elevada, desde 350:1 hasta 1250:1; esta baja disponibilidad de nitrógeno limita severamente el potencial de hongos para atacar a la madera).

Enmohecimientos

Dice G. CAPRON que la cuestión de los enmohecimientos producidos en las fibras textiles de origen vegetal, ha sido estudiado en detalle por el químico J. DEPIERRE, en su obra importante "Tratado de los aprestos". (Traité des Apprêts).

Las manchas de moho pueden formarse con facilidad sobre tejidos de algodón, lino, yute, etc., revelándose bajo toda suerte de coloraciones: amarillentas, verduzcas, azuladas, pardas, grisáceas. Trátase de tejidos crudos, blanqueados, teñidos, con apresto o sin él o con cualquiera otra forma de tratamiento. Las manchas de mohos pueden aparecer y desarrollarse hasta tal punto que las fibras pueden quedar totalmente destruidas. El algodón crudo ofrece un terreno excelente para el desarrollo de estos vegetales microscópicos. Los aditivos que se añaden a los hilos (colas, féculas, gelatinas, almidón-

nes, etc....) constituyen un medio nutritivo ideal para el crecimiento rápido de los criptógramas. Sin embargo, el algodón y el lino blanqueados están al abrigo del enmohecimiento a pesar de su alto contenido de celulosa, y esto es debido al tratamiento con los oxidantes hipoclorito, agua oxigenada, peróxidos, etc. ya que las materias alcalinas son el mejor remedio contra los mohos al haber eliminado las materias proteicas, pécticas.

La aparición de mohos sobre las fibras textiles se ve favorecida por la humedad, la oscuridad y la falta de aire, así como un cierto nivel de calor. El pH del medio nutritivo también tiene su importancia porque los aprestos de reacción ácida (colas, dextrinas) son los más apropiados para favorecer el desarrollo de mohos.

Las esporas están presentes en el aire, dato a tener muy en cuenta ya que ello favorece una rápida contaminación. Estas criptógramas son plantas microscópicas que, en el caso de los mohos, tienen el aspecto de hilos encabestrados, enredados o embrollados, que crecen rápidamente emitiendo una especie de red llamada "micelio" capaz de crecer 12 mm. por día. Uno de los mohos más comunes es el "*Penicillium glaucum*", verde azulado.

La temperatura más favorable para el desarrollo de los mohos varía entre los 25 y 40° C. Para su nutrición utilizan, como alimento, sustancias complejas como las materias amiláceas, gomas, azúcares, colas. Cuando se hacen ensayos de labo-

ratorio, se suele emplear una gelatina conteniendo pequeñas cantidades de azúcar, almidón, fosfato de potasio, sulfato de magnesio, nitrato de sodio, o de peptona. Se introduce también, a veces, mosto de cerveza, rebanadas de patata conservadas con humedad por adiciones de glicerina, lo cual da un excelente resultado para el estudio del crecimiento de los mohos. Es evidente que la acumulación de los diversos productos empleados en el tratamiento de los hilos permiten, en condiciones favorables de humedad y temperatura, el desarrollo de los mohos.

Pueden desarrollarse sobre el algodón pero el blanqueado y el mercerizado destruyen los champiñones; sin embargo, los hilos del tejido pueden volver a verse infectados si el lavado se ha hecho con aguas conteniendo esporas.

La importancia de las manchas producidas sobre los tejidos depende no solo de la naturaleza del ácido producido por las criptógramas sino también de la naturaleza del colorante empleado en el caso de telas teñidas. Por ejemplo, el ultramar, que es sensible al ácido, se ve rápidamente decolorado por los subproductos ácidos de las especies "aspergillus" y "rhizopus".

Se evita, o al menos se dificulta, la formación de mohos utilizando productos antisépticos:

- La dextrina y la glucosa introducidos en las colas y gelatinas son excelentes y ofrecen garantías contra la putrefacción.
- Las sales de aluminio son bastante fuertes pero hay que

cuidar su reacción ácida de cara a ciertos colorantes como el ultramar y algunos colorantes vegetales.

- Las sales de zinc son muy eficaces en proporción de 20 grs./100 l. de engrudo, pero algunas son ligeramente ácidas como el cloruro de zinc que, a la larga, puede provocar la alteración de fibras celulósicas.
- El sulfato de cobre, aunque es de capacidad antiséptica bastante elevada, también ocasiona contratiempos.
- Los fluoruros son antisépticos muy potentes así como los alcoholes, aunque éstos son demasiado volátiles.
- El timol es muy adecuado pues es suficiente 1 parte de él por 1.000 partes de solución de gelatina para detener toda fermentación.

Y algunos más. Hay algunos productos sintéticos interesantes como el ácido salicílico y sus derivados; puede proteger de 100 a 200 veces su propio peso de almidón, pero como inconveniente hay que decir que da fuertes coloraciones con sales de hierro.

ACCION CONCRETA SOBRE LA PINTURA SOBRE TELA. Desde el punto de vista que nos interesa, estos microorganismos causantes de fenómenos de biodegradación en obras de arte, son los agentes directos de diversos tipos de daños.

Ciñéndonos al campo de la pintura sobre tela, el deterioramiento biológico es debido a dos tipos de microorganismos

heterótrofos:

- a) Hongos, tanto microscópicos de ancho espectro enzimático, como hongos celulares.
- b) Bacterias heterótrofas saprófitas, especialmente celulósicas.

No es de extrañar que estos microorganismos ataquen a la pintura sobre tela dado que resulta un conjunto riquísimo de sustancias orgánicas usadas para el metabolismo de hongos y bacterias, después de haberlas dividido en moléculas simples.

Las sustancias apetecidas se encuentran en:

- el estrato pictórico
- en los aglutinantes de los pigmentos
- en las capas protectoras superficiales
- en la celulosa que compone la fibra del tejido
- en las colas usadas en los reentelados (cuando haya sido necesario efectuar esta operación)

Pero el factor determinante es que las pinturas sobre tela suelen ser conservadas en ambientes inadecuados con valores de HR próximos a la saturación. Esto es tan importante que basta, a veces, una brusca elevación de la humedad ambiental, para avivar sobre la tela el ataque de hongos o bacterias de gran violencia, o para hacerlo pasar de un estado inicial o genérico al estado agudo en el caso de un ataque ya iniciado.

La morfología de esta modalidad de biodeterioramiento varía

según la zona atacada (película de color o tela, por ejemplo) y según la antigüedad y virulencia del ataque. Simplificando un poco, se puede resumir este proceso en tres fases fundamentales:

- 1ª) Biodeterioramiento genérico o fase incipiente. Como señales externas indicativas de este grado de ataque se puede apuntar que sobre la pintura aparecen veteados de color blanquecino o manchas grises, amarillas, violáceas y sobre la tela se manifiestan con veladuras formadas por medio de micelios o montones de micelio más consistente dispuestos en manchas o en estratos continuos y uniformes.
- 2ª) Biodeterioramiento agudo. Los signos que ayudan a identificarlo sobre la pintura son la formación de espesos velos de micelio más o menos extendidos, de color blanquecino o, también, colonias de hongos esparcidos por aquí y por allá y sobre la tela se observa un estrato de micelio continuo de consistencia afieltrada, de 2 a 5 mm. de espesor, de aspecto lanoso; los colores varían del verde al verde gris, al negro, al amarillo, al rojo-naranja, al marrón. Al microscopio se observa la presencia maciza de conidios y cuerpos frutíferos de forma y dimensiones variadas, de color desde el blanco al gris oscuro y abundantes hifas o micelios vegetativos. Haciendo análisis, la población fungosa aparece formada de muchas colonias difundidas en un número de unidades superior al 10^7 /gr. de material analizado.

3ª) Biodeterioramiento crónico. Sobre la pintura se notan manchas residuales de varios colores y dimensiones diversas. Sobre la tela no se observan micelios, sino solo manchas más o menos pulverulentas y el tejido aparece aquí y allá desgastado.

El tipo de ataque se puede clasificar de dos formas distintas como se ha venido distinguiendo en los apartados anteriores:

- a) Ataque al color
- b) Ataque a la tela

El ataque de bacterias celulósicas a la pintura sobre tela se manifiesta con el enervamiento (o debilitamiento) total o parcial del tejido acompañado frecuentemente por la difusión de manchas de varios colores. En cada caso se trata de una alteración que, por lo que respecta a la pintura sobre tela, no está todo lo bien estudiada que sería necesario, debido, en parte, a que su aparición es menos frecuente que la de los hongos.

De entre los agentes que son causantes de la biodegradación de obras de arte, dentro de los grupos de HONGOS y BACTERIAS, se pueden citar los siguientes:

<u>HONGOS DEUTEROMICETOS</u>	{	Penicillium ciclopium " citrinum Aspergillus fumigatus " versicolor " niveus Cephalosporium sp. Cladosporium sphaerospermum Stachybotris atra Stemphilium spp. Chaetomium globosum Fusarium sp.
------------------------------	---	---

<u>ACTINOMICETOS</u>	{	Nocardia sp. Streptimycetes albus " gliseolus " intermedius " rosenigriseus " vinaceus " cinereoruber " aureus " flavus " roseoflavus
----------------------	---	--

<u>BACTERIAS DEL CICLO DEL AZUFRE o SULFOBACTERIAS</u>	{	Thiobacillus tftiopharus " denitrificans " thloxidans " novellus " ferroxidans Desulfovibrio desulfuricans
--	---	---

<u>BACTERIAS HETEROTROFAS</u>	{	Sarcina barkei " lutea Micrococcus roseus Bacterium sp. Pseudomonas effusa
-------------------------------	---	--

Desde el mismo momento que una célula de cualquiera de estos organismos se deposita en el material de la obra de arte y siempre que se den las condiciones ambientales propicias para su desarrollo, maduración y reproducción, aquélla comienza a sufrir daño que va agravándose paulatinamente siendo, en general, irreversible. Cada organismo conlleva una mecánica dife-

rente en la producción del daño derivado de sus características peculiares, pero todas las alteraciones producen daños de tipo físico-mecánico y químico y pueden expresarse según una trayectoria típica que viene a ser similar a ésta:

1. Daños derivados de la sustracción de principios nutritivos del sustrato

Las modificaciones producidas son de tipo:

- a) **Optico**, al llenarse con más o menos amplitud la superficie de la tela, de manchas de colores variados propios de cada especie.
- b) **Físico-Mecánicas**, puesto que la fibra del tejido pierde elasticidad haciéndose más rígida y, como consecuencia, se ve debilitada siendo fácil llegar al momento de la fractura o rotura de las fibras con lo cual, en última instancia, el tejido se hace fracturable perdiendo su cualidad de resistencia para soportar los estratos básicos que sustentarán las posteriores capas de color.
- c) **Químicas**. Los autótrofos toman del aire el agua, CO₂ y oxígeno y del sustrato, agua, iones salinos y los heterótrofos los mismos además de moléculas orgánicas como la celulosa y sus compuestos y derivados.

2. Daños causados por el metabolismo celular sobre el sustrato

Se producen al depositar sobre él productos emanados de su propio metabolismo, diferentes según la especie: óxidos de hierro, sulfatos, ácidos del N, ácido acético, aminoácidos. Las bacterias producen alcoholes, aldehídos, cetonas, todo lo cual provoca reacciones químicas conducentes a la degradación de la materia (fibra textil).

3. Daños derivados de la disolución de células muertas

Son daños indirectos provocados por la misma muerte del cuerpo celular que, al ir descomponiéndose, forma un humus ideal para el ataque de otros biodeteriólogos. En realidad son daños de tipo químico causados por alguna sustancia emanada del cuerpo celular durante su descomposición, aunque esto es cuestión que aún no está plenamente demostrada.

4. Daños ópticos

Durante el proceso de desarrollo hasta alcanzar el estado adulto o la formación de la colonia de individuos consigue una extensión apreciable, se manifiesta su presencia la cual, por el solo hecho de estar presente sobre la materia, ya constituye un daño de tipo físico en su vertiente óptica, pues, al formar manchas de distintos colores altera la calidad cromática inicial del tejido.

El ataque de mohos en las fibras textiles vegetales es un

fenómeno muy usual y es debido a algunos de los 100.000 hongos microscópicos que se conocen actualmente.

La invasión del hongo puede conocerse por el olor y por la aparición de manchas, generalmente de forma circular y de colores que oscilan del negro al pardo, violeta, verde, amarillo, naranja o rojo. Este tipo de ataque se ve favorecido por varios factores siendo el más importante, como ya queda dicho, la humedad; la suciedad y algunos productos de acabado son otros factores que tienen cierta importancia en cuanto a favorecer la contaminación fungosa.

Los hongos crecen a través de las fibras de celulosa alimentándose de sus sustancias llegando a provocar tal adelgazamiento a las fibras que acaban por romperse.

Pueden destruirse, siempre que no están demasiado desarrollados, por medio de un lavado hirviente y por los agentes de lavado que contienen blanqueantes que desprenden oxígeno. Sin embargo, en la mayor parte de las ocasiones, solo tiene validez la acción del peróxido de hidrógeno, el permanganato de potasa o las lejías de cloro. Al tiempo de aplicar alguno de estos productos hay que tener en cuenta las propiedades y capacidad de resistencia de los textiles atacados, de su teñido (si lo hubiere) y del estadio alcanzado en el desarrollo de los hongos.

En cuanto a la actuación sobre bacterias, sería preciso recabar la colaboración de un experto en Biología para establecer de común acuerdo, sin perder de vista la idiosincracia de

la obra de arte, el procedimiento idóneo para su eliminación.

1.2.4. Daños producidos por el calor

Todas las fibras textiles son susceptibles al daño producido por las temperaturas elevadas, pero los intentos de trazar y comparar las reacciones entre una fibra y otra, solo se pueden considerar como hipótesis porque, en el caso de objetos - determinados y concretos, sus historias individuales tienen un gran peso. Tejidos nuevos envejecidos artificialmente se comportarán de un modo diferente. La forma de proceder más segura, es mantener siempre las temperaturas empleadas durante cualquier proceso tan bajas como sea posible.

Si el calor es excesivo, provoca la descomposición de las fibras según este orden en sentido creciente de sensibilidad:

lino - algodón - lana - seda

Algodón, lino y lana, por otra parte, manifiestan el recalentamiento por medio de una coloración marrón conocida como "chamuscamiento" y que está constituida por productos de su descomposición. Concretamente: la lana sufre entre los 50 y 100° C una descomposición creciente del grupo bisulfúreo que, entre los 100 y 150° C, se ve acelerada por el aire; el vapor provoca la hidrólisis de los polipéptidos; la seda recalentada sobre los 125° C sufre un empobrecimiento relevante del contenido de aminoácidos.

PEPTIDOS:

"Molécula orgánica resultante de la unión de aminoácidos al formarse AMIDA entre grupo "amino" de un aminoácido y "carboxilo" de otro, dando lugar a cadenas de longitud variable. (AMINA = sustancia química que se forma sustituyendo 1 ó 2 átomos de H del amoníaco por radicales alcohólicos. CARBOXILO= radical orgánico monovalente formado por un átomo de C, 2 de O y 1 de H, propio de los ácidos orgánicos - COOH -).

Quando las cadenas incluyen más de 60 aminoácidos, las moléculas resultantes se llaman PROTEINAS en vez de "péptidos" y son moléculas típicas de los seres vivos en donde cumplen funciones muy diversas."

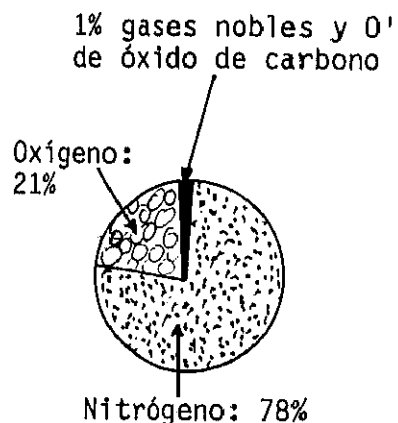
La celulosa es bastante estable ante el calor siempre que el contenido inicial de humedad sea bajo. Varios análisis han demostrado que el calentamiento a 140° C (26) durante hasta 4 horas, produce únicamente cambios relativamente pequeños en la composición química o en las propiedades de resistencia. Si el calentamiento se lleva a cabo en un ambiente húmedo, los efectos oxidantes son evidentes y hay una reducción considerable en las propiedades de resistencia.

1.2.5. Contaminación atmosférica

La atmósfera es una mezcla de gases (sobre todo nitrógeno y oxígeno) y cantidades modestas de gases raros e inertes como es, por ejemplo, el argón.

Composición del aire cerca del suelo

Componentes	Peso	Porcentaje en volúmen
Nitrógeno	75,52	78,08
Oxígeno	23,01	20,95
Argón	1,29	0,93
Dióxido de carbono ..	0,04	0,033
Neón	0,0012	0,0018
Criptón	0,00004	0,00009
Nitrógeno	0,00005	0,000072



Todos los factores termohigrométricos producirían alteraciones exclusivamente de naturaleza mecánica si tuviesen lugar en atmósfera pura y si los materiales sujetos de tal acción estuviesen privados de impurezas fuesen químicamente estables e inatacables por el agua. En realidad, los factores termohigrométricos son el vehículo mediante el cual las sustancias agresivas presentes en la atmósfera toman contacto con la materia y se interaccionan químicamente con los materiales de las obras de arte.

Sobre la tierra está presente una actividad geoquímica que descarga hacia la atmósfera productos bajo la forma de anhídrido carbónico, sulfuroso, polvo, etc. En la atmósfera se crean concentraciones de gas anhídrido carbónico, iones sulfúricos y clorhídricos que suponen exceso de elementos volátiles. Por otra parte, el anhídrido sulfuroso producido por la combustión de usos humanos es cercano a los 70 millones de toneladas. (27)

La causa principal de la contaminación atmosférica son los

productos de la combustión de hidrocarburos producidos por calefacciones que emplean combustibles minerales líquidos o sólidos o bien por los escapes de los motores de automóviles (óxidos de nitrógeno, carbono, hidrocarburos y compuestos de plomo).

Los daños producidos por la contaminación, obviamente son mayores en los centros industriales donde, precisamente, tienen su sede muchos de los museos más importantes (28). Los agentes contaminantes provienen, casi por completo, de la combustión de los carburantes y están suspensos en la atmósfera, bien sea en estado de partículas sólidas o en estado gaseoso.

Como ejemplo ilustrativo del efecto de las condiciones atmosféricas en la resistencia de los tejidos, A.J. WATSON en la obra ya citada en otras ocasiones a lo largo de este texto, nos dice lo siguiente:

"El efecto de las condiciones atmosféricas en la resistencia de los tejidos de algodón resulta bien ilustrado en un experimento relatado por RACE (J. Soc. Dyers Colourist - Tintes coloristas - 65:56 (1940). Hilo de algodón era expuesto a los elementos del medio ambiente de una ciudad de Inglaterra durante todos los meses del año y la cantidad de deterioro se determinaba mediante la medición de la resistencia a la tracción del tejido antes y después de su exposición. La reducción de resistencia más fuerte fué durante el invierno. Se encontró que el algodón tenía un pH 3 durante el período de invierno, mientras que el pH se encontraba entre 5 y 6 durante los meses de verano. Las elevadas condiciones ácidas fueron un factor predominante en la reducción de la resistencia a la tracción. Cierta reducción de la resistencia debida a oxidación fotoquímica, también resultó evidente durante el período de mediados de verano".

Hay dos tipos de contaminantes gaseosos: ácidos y oxidantes. Del primer grupo forma parte el dióxido de azufre, ácido sulfúrico; del segundo grupo, el ozono.

Acción del dióxido de azufre

El dióxido de azufre es una impureza de la atmósfera derivada de la combustión de carburantes fósiles ya que, en medidas variadas todos contienen azufre. Se oxida fácilmente transformándose en ácido sulfúrico, tanto en el aire como en la superficie de los edificios u objetos con la ayuda de pequeñas partículas de hierro que actúa como catalizador favoreciendo la putrefacción de las partes del tejido en contacto con él (clavos, chinchetas de hierro). El hierro también está presente en el polvo lo cual es una razón de peso para mantener los textiles siempre limpios de éste.

Los materiales celulósicos, especialmente si no están teñidos, son atacados en diversas medidas. La combinación entre luz y dióxido de azufre daña la celulosa más que si su acción se ejerciese por separado. El algodón parece especialmente vulnerable a este agente degradante.

Acción del dióxido de nitrógeno

En presencia de agua origina el ácido nítrico, un ácido fuerte como el sulfúrico y, por tanto, igualmente activo para producir la hidrólisis de la celulosa. Además, es un potente agente oxidante y puede producir la corrosión en los metales

(dato a tener en cuenta para el caso de la inclusión de hilos metálicos en ciertos tejidos).

Ataca fácilmente a la lana y a las tinturas que contienen almidones especialmente sobre la celulosa.

Acción del ozono

Se produce en la atmósfera bien por la acción de la radiación ultravioleta sobre el oxígeno, o bien por efecto de la luz solar sobre los gases de la combustión de los automóviles y de la reacción producida en los fenómenos eléctricos.

De la acción del ozono interesan, sobre todo, los compuestos orgánicos insaturados y consiste en la ruptura de todas las dobles ligazones y, por tanto, en la destrucción del material. Sobre la celulosa el efecto parece debido a la parcial transformación del ozono en peróxido de hidrógeno a través de la reacción con una molécula de agua.

El polvo

El polvo merece atención particular. Su acción, en efecto, es doble. De una parte, dada su naturaleza granular puede producir, por frotación, daños que asumen consistencia relevante con fibras degradadas. Por otro lado, hay que considerarlo como vehículo de sustancias contaminantes y, particularmente, por el papel que desempeña en la transformación del dióxido de azufre en ácido sulfúrico, como ha quedado apuntado en el punto

que trata de la acción del dióxido de azufre.

En pruebas de laboratorio sobre celulosa (29), se ha comprobado las formas en que ésta se ha visto degradada, especialmente producida la degradación por reacciones hidrolíticas y oxidantes en condiciones relativamente severas como tratar la celulosa con soluciones que contienen ácidos o reactivos oxidantes empleando, en muchos casos, temperaturas elevadas para aumentar los índices de reacción. El resultado es que la degradación se producía en un período corto de tiempo.

Pero en condiciones atmosféricas, la cantidad de degradación puede ser considerable si se producen las condiciones adecuadas de contenido de humedad, acidez y oxígeno. Estas están siempre presentes en determinado grado en los ambientes que rodean a los ambientes celulósicos, como el papel y tejidos, a menos que se tomen precauciones bastante extraordinarias y, aún así, se debe esperar cierta degradación aunque puede que no resulte evidente durante muchos años.

Además, las impurezas que promueven la descomposición de la celulosa, están a menudo presentes. El papel, por ejemplo, es habitualmente calibrado para mejorar su resistencia al agua. El calibrado normalmente se lleva a cabo durante la fabricación del papel usando una combinación de colofonia y alumbre. El alumbre es una sustancia ácida y, como resultado, los papeles calibrados con colofonia-alumbre siempre tienen un pH ligeramente ácido. Durante un período de tiempo esta acidez conduce hacia una disminución de la resistencia y el papel tiende a

volverse quebradizo. Los efectos aumentan fuertemente si se almacena el papel bajo condiciones o bien de alta humedad o de temperatura elevada.

Los papeles blanqueados pueden mostrar una fuerte evidencia de degradación después de un período de tiempo relativamente corto (10-12 años) si las operaciones de blanqueado no se han controlado cuidadosamente. Además, la presencia de marcas de residuos de decolorante que quedan en el papel, pueden acelerar los procesos de degradación.

Muchas clases de papel están preparadas a partir de fibras que contienen cantidades considerables de lignina. El papel de periódico convencional, por ejemplo, se hace con un 20 % de pasta química (celulosa relativamente pura) y pasta industrial que contiene tanto lignina como celulosa. El oscurecimiento del papel de periódico al exponerlo a la luz del sol es debido, principalmente, a la presencia de la lignina que se oscurece rápidamente en presencia de la luz.

Aunque los productos celulósicos se degradarán inevitablemente con el paso del tiempo, bajo las condiciones adecuadas pueden mostrar un alto grado de durabilidad. Tejidos de lino han sido recuperados de antiguos enterramientos y hay muchos ejemplos de papeles que están en buenas condiciones después de muchos cientos de años. Se debe recordar que la mayoría de los materiales fabricados ahora a partir de celulosas técnicas, no son hechos con la intención de tener una vida larga. Muchos productos de papel son desechados poco después de su uso y

solamente en muy pocos casos se requiere una vida de más de cincuenta años. Sin embargo, documentos destinados para su uso inmediato, pueden resultar de interés histórico y el problema es, entonces, de cómo almacenarlos para minimizar su degradación.

Las mejores condiciones para el almacenamiento de los materiales, son una humedad relativamente baja y constante, una temperatura alrededor de los 20° C, protegerlos de la luz directa y especialmente de la radiación ultravioleta y guardarlos en un ambiente libre de rastros de dióxido de sulfuro y otros constituyentes ácidos. Si se requiere un cuidado especial, el aire debe ser excluido y el material almacenado en un ambiente de gas inerte, como es el nitrógeno.

Si se sabe de antemano que el material celulósico será conservado durante un largo período de tiempo, se debe proporcionar especial atención en su preparación. La celulosa debe ser preparada bajo condiciones como las anteriormente mencionadas que minimizarán la degradación y, además, se debe tener cuidado con cualquier material que pudiera ser añadido. Con el papel, por ejemplo, es posible utilizar agentes de calibrado alcalinos; de esta forma, evitando la acidez en el papel y usando filtros alcalinos, como el carbonato cálcico, se puede obtener un alto grado de protección contra la acidez ambiental. Se podría esperar que dicho papel almacenado bajo las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y protegido de la luz, durase varios cientos de años con poca pérdida de resistencia.

1.3. FIBRAS TEXTILES CELULOSICAS NATURALES UTILIZADAS PARA LA ELABORACION DE SOPORTES DE PINTURA

Se extraen de las plantas dicotiledóneas y se encuentran situadas entre la corteza externa y la parte central leñosa del tallo a lo largo de toda su longitud. A diferencia del algodón — fibra unicelular — las fibras liberianas son pluricelulares, es decir, compuestas de fibras cortas elementales que también contienen sustancias gomosas y cerosas, como se ve en la tabla en que se expone la composición química de algunas fibras liberianas.

FIBRA	Celulosa	Hemicelulosa	Pectina	Lignina	Sustancias Hidrosolubles	Ceras y Grasas	Humedad	Totales
Lino (a macerar)	56,5	15,4	3,8	2,5	10,5	1,3	10,0	100
Lino (macerado)	64,1	16,7	1,8	2,0	3,9	1,5	10,0	100
Cáñamo	67,0	16,1	0,8	3,3	2,1	0,7	10,0	100
Ramio	68,6	13,1	1,9	0,6	5,5	0,3	10,0	100
Yute	64,4	12,0	0,2	11,8	1,1	0,5	10,0	100

Tales sustancias — pectocelulosas en el lino y cáñamo, y lignocelulosas en el yute — tienen influencia determinante en el comportamiento de las fibras corticales:

- Influyen sobre la rigidez de la fibra aplicado sobre todo a la lignina cuyo contenido es de un 12% sobre el yute. La ligni-

na es más difícil de quitar que las otras sustancias y en fibras no degradadas puede eliminarse con soluciones de hipoclorito y bisulfito de sodio.

- Siendo más higroscópicas que la celulosa, dan a la fibra una recuperación de humedad, casi el doble respecto a la del algodón.
- Son sensibles a ciertos tratamientos (a diferencia de la fibrilla elemental) que, quitándolas, debilitan los materiales
- con tendencia a la fibrilación o algodonización y requieren técnicas adecuadas de transformación industrial.

Las pectinas tienen un papel determinante en la maceración y en los tratamientos sucesivos; las intercelulares (entre fibrilla y fibrilla) son más resistentes a la acción enzimática y química que las que revisten la fibra, por lo que se deduce que una maceración bien conducida se limita a atacar sólo las pectinas extremas sin penetrar, destruyendo las conexiones interfibrilares.

En la elaboración sucesiva, el ataque a ellas por tratamientos mal llevados, provoca la desfibrilación o algodonización de las fibras (lino, cáñamo, etc.). Por ejemplo, el álcali muy caliente destruye las pectinas de suerte que bastan numerosos lavados case-ros con sosa para algodonizar progresivamente la fibra.

Esta tabla y las consideraciones que lo siguen pueden ilustrar aspectos de la composición de las fibras textiles que tienen repercusión más íntimamente relacionada con el destino final de las mismas hacia manufacturas variadas que exigen de procesados de

cierta complejidad, en función de su utilidad última.

Desde el punto de vista de su aplicación a servir como soportes de pinturas, son muy pocas las que han conseguido centrar la atención de los artistas de todas las épocas, destacando el lino por encima de todas, dadas sus excelencias. Por esta razón, vamos a tratar solamente de dos de las fibras textiles que con más frecuencia aparecen formando parte de telas que han recibido pintura sobre ellas, dedicando también una atención siquiera testimonial a otra — el cáñamo —, que tuvo cierta importancia en algún momento histórico.

Pasemos, pues, a estudiar el lino, el algodón y un breve apunte sobre el cáñamo.

1.3.1. El Lino: Botánica. Cultivo. Uso histórico. Enfermedades

El origen de la palabra "lino" hay que buscarla en el vocablo griego λίνον con un sentido tanto de tejido como de vestido realizado con este material. La voz latina "linum" deriva de la griega también con un doble significado: la planta en sí y el hilo que se obtiene de ella.

Botánica del lino

El lino pertenece a las dicotiledóneas, plantas fanerógamas angiospermas (carpelos en forma de ovarios) cuyo embrión tiene dos cotiledones opuestos, por lo común; tallo con hacecillos

liberoleñosos abiertos; raíz, por lo general, con eje persistente y flores pentámeras o tetrámeras (corola y cáliz de 5 y 4 piezas).

Pertenece a la familia de las lináceas o eulinas con noventa especies diferentes, siendo aprovechadas para la obtención de la fibra textil; de algunas variedades se aprovechan los frutos ya que de las semillas se obtiene el aceite de linaza.

Nombre: LINUM USITATISSIMUM

- Familia: LINACEAS o EULINAS

Especies: Alrededor de 90 conocidas actualmente.

Es una planta herbácea anual que alcanza una altura de unos 20 a 60 cm., erguida, con flores azules de unos 2 cm. De entre las especies conocidas se pueden hacer dos grupos:

a) Espontáneas: O salvajes. Se caracterizan porque expulsan espontáneamente las semillas que, al caer en tierra, dan lugar a un nuevo ciclo con nuevas plantas. A este grupo pertenecen las siguientes especies:

- "Linum hispanicum" o "angustifolium"
- "Linum arboreum"
- "Linum triginum"
- "Linum africanum"
- "Linum olitorium"

b) Cultivadas: Mantiene las semillas encerradas en cápsulas siendo la intervención humana la que pone en marcha el

ciclo de reproducción sacándolas de las cápsulas y procediendo a su siembra. Pertenece a este grupo la especie llamada:

— "*Linum usitatissimum*"

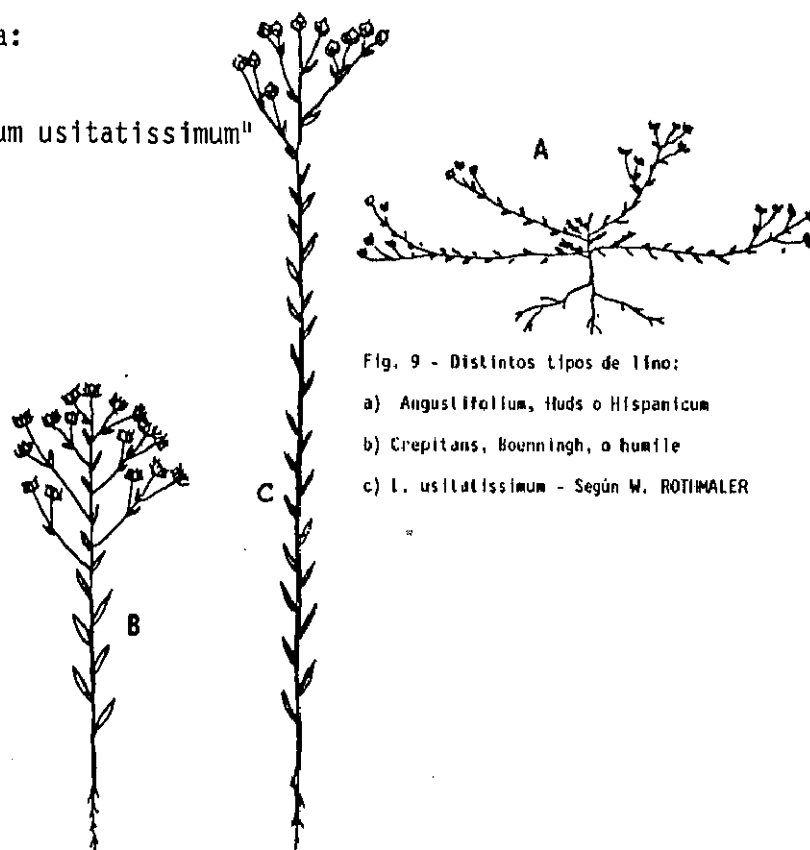


Fig. 9 - Distintos tipos de lino:

- a) *Angustifolium*, fludo o hispanicum
- b) *Crepitans*, Bounningh, o humile
- c) *L. usitatissimum* - Según W. ROTIMALER

Puede decirse que estamos ante un problema de domesticación del lino sin que se sepa exactamente cuándo ocurrió, aunque sí parecen estar de acuerdo la mayoría de los autores en que este hecho se produjo al principio del Neolítico situándolo en el S.O. de Asia y N. de Africa, ya que se han encontrado restos de semillas de lino cultivado en Mesopotamia, Egipto y los palafitos de Europa Central.

Cabe suponer que el deseo del hombre de disponer cómodamente de sus fibras y semillas fuese el motor de este proceso.

Morfología del lino

La fibra del lino es un producto del tallo de la planta, de naturaleza leñosa en que las fibras liberianas, que se presentan en haces, son separados de los tejidos leñosos que las circundan.

Veamos qué estructura presentan los distintos elementos que componen el tallo de esta planta.

Tallo

Está formado por un tubo interior poligonal o médula, rodeado exteriormente de materias leñosas. Envolviendo todo ello, la corteza que se extrae después de un proceso largo y laborioso. Es en la médula en la que se encuentran las fibras textiles, liberianas, formando manojos de 15 a 40 fibras de las que sólo 12 y 40 son realmente útiles.

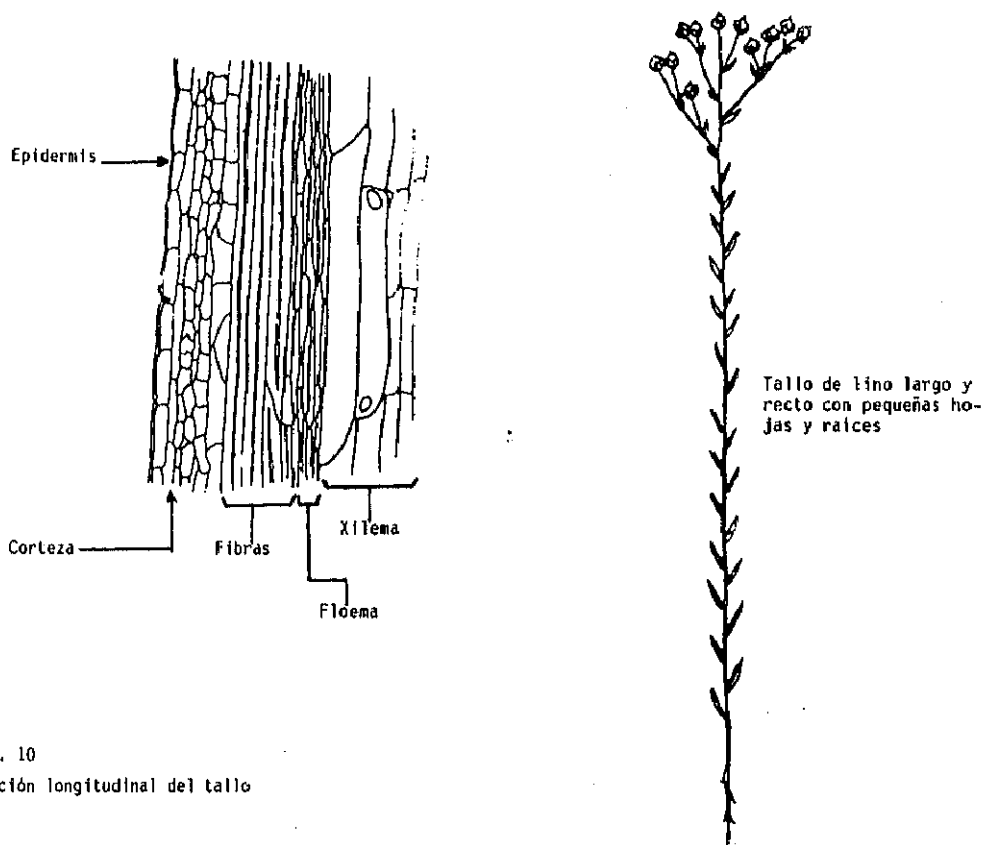


Fig. 10
Sección longitudinal del tallo

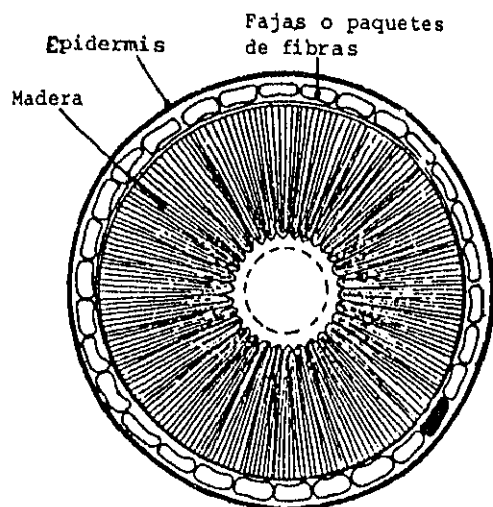
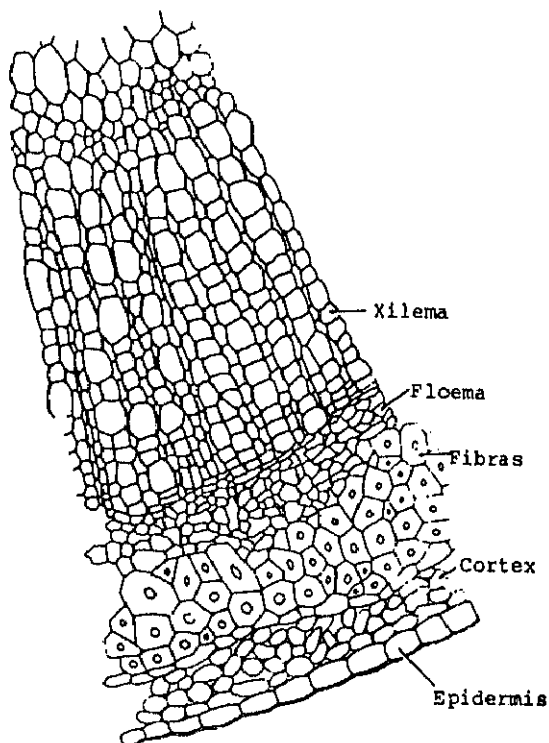


Fig. 11
A la derecha sup. e inf. dos
esquemas de la sección trans-
versal del tallo



Caracteres externos

El lino crudo, debidamente preparado, tiene una tonalidad que va del color pajizo a un gris plateado variando con la calidad y con el tipo de maceración y otros procesos, pudiendo ser blanqueado hasta un blanco casi puro. Su lucidez sedosa es una de sus características más importantes, haciendo inútil la mercerización y es debida al 1% de cera que contiene, lo cual le confiere la flexibilidad necesaria para la hilatura; sin ella, la fibra sería frágil y grosera o tosca. Sin embargo, un exceso de cera presentaría fenómenos de pegamiento en los rodillos de las máquinas.

El lino en origen (filamento) tiene una longitud entre 20 y 150 cm. y el agramado (fibra) entre 15 y 100 cm. (como promedio: 50 cm.) que, a su vez, está constituido por un amplio número de células elementales (fibrillas) teniendo una longitud entre 20 - 50 mm. (media de 25 mm.) y un diámetro o anchura entre 12 - 16 μ con fuertes variaciones bajo y sobre estos valores y una relación entre los ejes de 9:1.

Para la producción de hilos ordinarios, las fibras tecnológicas no se desintegran en sus fibrillas elementales; sin embargo, en el hilado en húmedo, la conexión interfibrilar se ablanda en agua a 55° C hasta conseguir, sin separarlo del todo, el deslizamiento de las fibrillas y su redistribución en el hilado de tal modo que puede ser estirado a títulos más finos.

En algunos países, sobre todo pobres de materia prima, el lino se algodóniza, es decir, se desintegra mecánicamente o químicamente en sus fibras; el lazo así obtenido no puede ser hilado solo generalmente, por lo que se mezcla con algodón o fibras químicas en relación de 50-50 y 40-60, siendo utilizado para productos de carácter algodónero.

Propiedades generales del lino

Es una fibra caracterizada por su lucidez sedosa, alta tenacidad y bajo alargamiento. A diferencia del algodón y a similitud de otras fibras corticales, es pluricelular; también en su elaboración se disgrega más o menos en las fibras elemen-

tales. Su comportamiento con las sustancias químicas es diferente del algodón, a pesar de la paridad de ambos en cuanto a composición química, lo que obliga a particulares tratamientos para no destruir las conexiones interfibrilares lo que algodonizaría la fibra. Tiene buena resistencia a los efectos de la humedad y a los mollos y los tejidos hechos con esta fibra pueden plegarse y lavarse con facilidad. Dada su absorbencia es fibra óptima para mezclarla con otras hidrorrepelentes como el poliéster.

El bajo alargamiento y la baja recuperación elástica (superior solo a la bajísima del ramio), anulan, en parte, las ventajas de su tenacidad haciendo difícil el tejido, tanto más cuando se efectúa con hilos finos (menos elásticos) y con hilos de alta regularidad intrínseca que ponen en evidencia cualquier defecto. Esto ha llevado a la creación de telares especiales para esta fibra. Otro grave inconveniente es el constituido por su notable coste de transformación.

Fibra

Como características a destacar para la fibra del lino, hay que señalar las siguientes:

- La fibra madura presenta sección redonda exagonal y, a veces, cuando la fibra es inmadura, oblonga o acintada, con ancho canal medular, paredes delgadas y con esquinas redondeadas.

- Las paredes de las fibras aisladas son gruesas.
- Las fibras elementales presentan longitudinalmente una superficie rayada.
- Los extremos son puntiagudos; a veces redondeados.
- Presencia de dislocaciones transversales o "nodos" cuya forma suele ser, generalmente, de "X"; esto le hace parecerse a una caña de bambú.
- En el centro se encuentra el "lumen" o canal central redondo u oval, de unas 16 a 25 micras de diámetro, que se interrumpe con los nudos bastante regulares de la fibra.
- Las fibras primarias son muy puntiagudas, de paredes muy gruesas y con lumen muy pequeño.
- La longitud varía entre 20 y 50 mm.

Las paredes de la fibra tienen una estructura fibrilar en espiral ya que las fibrillas externas siguen una dirección de giro de S \ al igual que el sentido de las agujas del reloj (hacia la derecha), dato que sirve como base al realizar pruebas de identificación de la fibra.

Las fibras del lino son un conjunto de pequeñas células de casi pura celulosa colocadas alrededor de una matriz de material gomoso. Se agrupan en haces que pueden separarse fácilmente ya que la lámina intermedia entre las fibras que forman el haz, está poco lignificada. (Esta operación se realiza mediante el "enriado", como se verá más adelante). Raramente se despie-

gan en unidades sueltas, denominadas "esenciales".

La finura de la fibra es de 4-18-40 micras.

Su longitud varía considerablemente según el cuidado empleado, pudiendo abarcar de 9-70 mm. con una media de 33 mm. Las esenciales, 5-65 mm.



Color: Crema y beige.

Lustre (brillo): Medio

Célula

Son muy puntiagudas, de paredes gruesas y con lumen muy pequeño. Su tamaño medio es de 11-20 micras de diámetro y 0'43-1'49 micras de longitud.

Son bastante regulares. De tamaño y forma cilíndrica y sección poligonal con los bordes redondeados. Vista al microscopio se observa la superficie llana marcada con líneas transversales. Están unidas formando la fibra pudiendo ser separadas mediante una solución de ácido cromático.

La pared celular tiene tres capas concéntricas de fibrillas ligadas por sustancias pécticas con un leve movimiento helicoidal (mayor en el algodón) que determina un menor alargamiento y rotura que en él. Las capas interior y exterior tienen fibrillas en forma de pliegue en Z  y la capa gruesa del medio, en forma de pliegue en S . No hay cambios completos en la espiral que tiene un ángulo predominante de 6°. La pared es gruesa y la abertura pequeña; las paredes extremas se superponen para for-

mar un tubo continuo. (Los nudos o dislocaciones transversales que se extienden por los grupos, se cree que son causados por la tensión o daño en la celulosa).

Composición química: 60% de celulosa; el resto, lignina, hemicelulosa, pectina, ceras, etc. Bloque estructural básico de celulosa.

Propiedades: Altamente cristalino. Fuertemente polar con muchos grupos OH. Recuperación de absorción del 12%, hidrófilo, hidroplástico.

Resistencia mecánica:

- Tenacidad: 2-7 g./den.
- Recuperación elástica del 2% de la extensión: no se conoce ninguna cifra.
- Extensibilidad: 3%.
- Módulo inicial: 18 N/Tex.
- De carácter similar al algodón pero menos extensible en comparación.

La estructura de la fibra de lino hace que los hilos queden compactos y los tejidos tengan gran resistencia aunque menos elasticidad que los de algodón por ejemplo. El lino es multicelular, a diferencia del algodón; es decir, se encuentra compuesto por un número variable de células adheridas entre sí, formando grupos o fascículos compactos que se encuentran dentro del periciclo. Su resistencia es considerable, aunque inferior a la del cáñamo y ramio.

Es muy higroscópico y de gran conductibilidad térmica. Es menos sensible que el algodón a los ácidos sulfúrico y clorhídrico pero más que éste al cloro e hipocloritos. Su teñido es difícil. El ácido lodosulfúrico lo tiñe de azul.

Sus propiedades como tela son:

- Sensación de frescor
- Lavable (se puede hervir)
- No tiene hilachas (pedazos de hilo que se desprenden de la tela)
- Resistencia a la suciedad
- Tacto agradable
- Fuerte tendencia al arrugado

Comparado con el algodón se encuentra que el lino es:

- Más rígido
- Más áspero
- Más resistencia a la rotura
- Menos elástico

Naturaleza química y molecular

Sobre la composición del lino, varios autores ofrecen los datos derivados de sus investigaciones al respecto, datos que quedan reflejados en las tablas siguientes:

De Pío BERTOLI, en "Manuale delle fibre tessili":

Sustancias	Antes de la maceración	Después de la maceración
Celulosa	56,5 %	64,1 %
Hemicelulosa	15,4 %	16,7 %
Sustancias hi- drosolubles	10,5 %	3,9 %
Pectina	3,8 %	1,8 %
Lignina	2,5 %	2,0 %
Ceras y grasas	1,3 %	1,5 %

De Gustave CAPRON, en "Technologie chimico-textile":

Celulosa	81,50 %
Pectina	6,60 %
Cera	3,00 %
Materias albuminoides	4,40 %
Sales minerales	1,30 %
Lignina	1,10 %
Colorantes y materias orgánicas diversas	2,10 %

He aquí dos análisis del lino, según MÜLLER:

	<u>%</u>	<u>%</u>
Agua	8,65	10,70
Cenizas	0,70	1,32
Materias extractivas	3,65	6,02
Cera y grasa	2,39	2,37
Celulosa	82,57	71,50

Su peso específico es alto, como el de todas las celulósicas, estando entre 1'48 - 1'50.

Características mecánicas

Datos ofrecidos por P. BERTOLI en la obra citada:

Longitud de las fibrillas (mm.)	{	mín./máx....	3,65
		media	25
		mín./máx....	12 - 26
Anchura media de fibrillas (μ)			16
Peso específico			1,50
Tenacidad (g/ds)	{	húmedo	4'5 - 8'0
		ambientas	4'0 - 6'0
Alargamiento (%)	{	húmedo	2'5 - 6'0
		normal	1'5 - 4'5
Recuperación de humedad			12

Características mecánicas

Es fibra muy lansa, alcanzando valores parecidos a 4'0 - 6'0 g/ds, al nivel de las mejores sintéticas. Su tenacidad aún es mayor en húmedo (4'4 - 8'0 g/ds). El alargamiento hasta la rotura, como en todas las liberianas, es extremadamente bajo, bien sea en seco (1'5 - 4'5%), como en húmedo (2'5 - 6'0%). La tenacidad hasta la rotura crece hasta 7 g/ds cuando se alcanza una HR del 80%, después de que cae para tocar los 3 g/ds a HR del 100%. El alargamiento crece lentísimamente con la HR como ocurre al módulo hasta el 60% HR para después precipitarse

además al 80% HR.

Su recuperación elástica aún es más baja que la del algodón, pero superior a la del ramio y provoca su arrugamiento aún mayor que el de otras fibras vegetales, a menos que sean tratados con antipliegues. No obstante su bajísima resistencia a flexiones repetidas y una resistencia al desgaste relativamente baja, los tejidos de lino tienen una gran durabilidad.

Historia del lino y de su cultivo

El cultivo del lino se remonta a tiempos muy remotos localizados en la Prehistoria. Es probable que lino y cáñamo fuesen, después de la lana, las primeras fibras empleadas por el hombre. Se atribuye a ciertos restos hallados, una antigüedad de hasta 10.000 años a.C.

Sin embargo, parece que fué en Egipto hacia el año 7.000 a.C. donde la fibra empezó a hilarse. Se cultivaba en el delta del Nilo donde las inundaciones periódicas favorecían la cosecha. Entre 4.500 y 3.000 años a.C. se halla perfectamente identificado en las envolturas de las momias, sólo o mezclado con ramio y la finura de su tejido nunca ha podido ser igualada; ni la tecnología moderna lo ha conseguido, pues el tejido de lino actual más fino, resulta basto comparado con el que produjeron los egipcios. Se llegaron a fabricar tejidos de hasta 500 hilos/pulgada (157 hilos/cm.).

De Egipto, pasó la técnica a Mesopotamia pero la calidad

fué inferior. Lo conocieron los judíos durante su permanencia en Egipto pasando a usarlo en lugar de la lana y lo llevaron con ellos al regresar de nuevo a Israel, la tierra prometida.

En la Biblia se encuentra citado en diversos pasajes, a veces con sentido de pureza (Gén. 15,23; Exodo, 10,31): José fué vestido con lino por el Faraón como señal de distinción; Moisés decoró el tabernáculo de la Alianza con telas de lino y lo era de esta fibra el velo del templo de Jerusalén; Salomón compraba telas de lino en Egipto.

Los hebreos lo cultivaron en Jericó en las llanuras regadas por el río Jordán y era exportado a Grecia. Los restos de lino hallados en la "Caverna de los Pergaminos" (Kirbat Qumram) son del período 132-135 d.C.

La expansión a partir de Egipto no fué rápida; al contrario, se produjo con lentitud. Parece ser que fueron los arios quienes lo llevaron a la India y los fineses al norte de Europa. Plinio habla del cultivo del lino en la Galia y Germania en el Siglo I de nuestra Era.

También fué usada en tiempos prehistóricos para la obtención de aceite extraído de sus semillas, aceite de muy buena calidad (el que llamamos "de linaza") y del que la semilla del lino posee entre el 30 al 40%. En época romana se sabe que lo empleaban también por sus cualidades medicinales. (30)

Los primeros hallazgos de estas semillas de la variedad "linum usitatissimum" se hicieron en el S.O. de Irán y en el

Tigris Medio, cerca de Samarra, así como en Çatal Hüyük, en Anatolia. Las semillas encontradas en los palafitos de Suiza e Italia son posteriores.

Semillas de lino en la Península Ibérica, probablemente traídas para su cultivo por los fenicios y griegos, se han encontrado en los yacimientos de El Argar y La Zapata en Almería (Almería), en el castro de Vila Nova de San Pedro, de la variedad citada. Esto indica que este tipo de lino ya era conocido en la zona más occidental de la Península Ibérica antes de la Edad del Hierro, incluso antes de las primeras invasiones celtas. Como mínimo, en España se cultivó desde el milenio II a.C., tanto para obtener el aceite como la fibra textil. La situación de los yacimientos pone de manifiesto el cultivo en las zonas periféricas.



Fig. 12
Situación de la producción
del lino y yacimientos con
restos materiales.

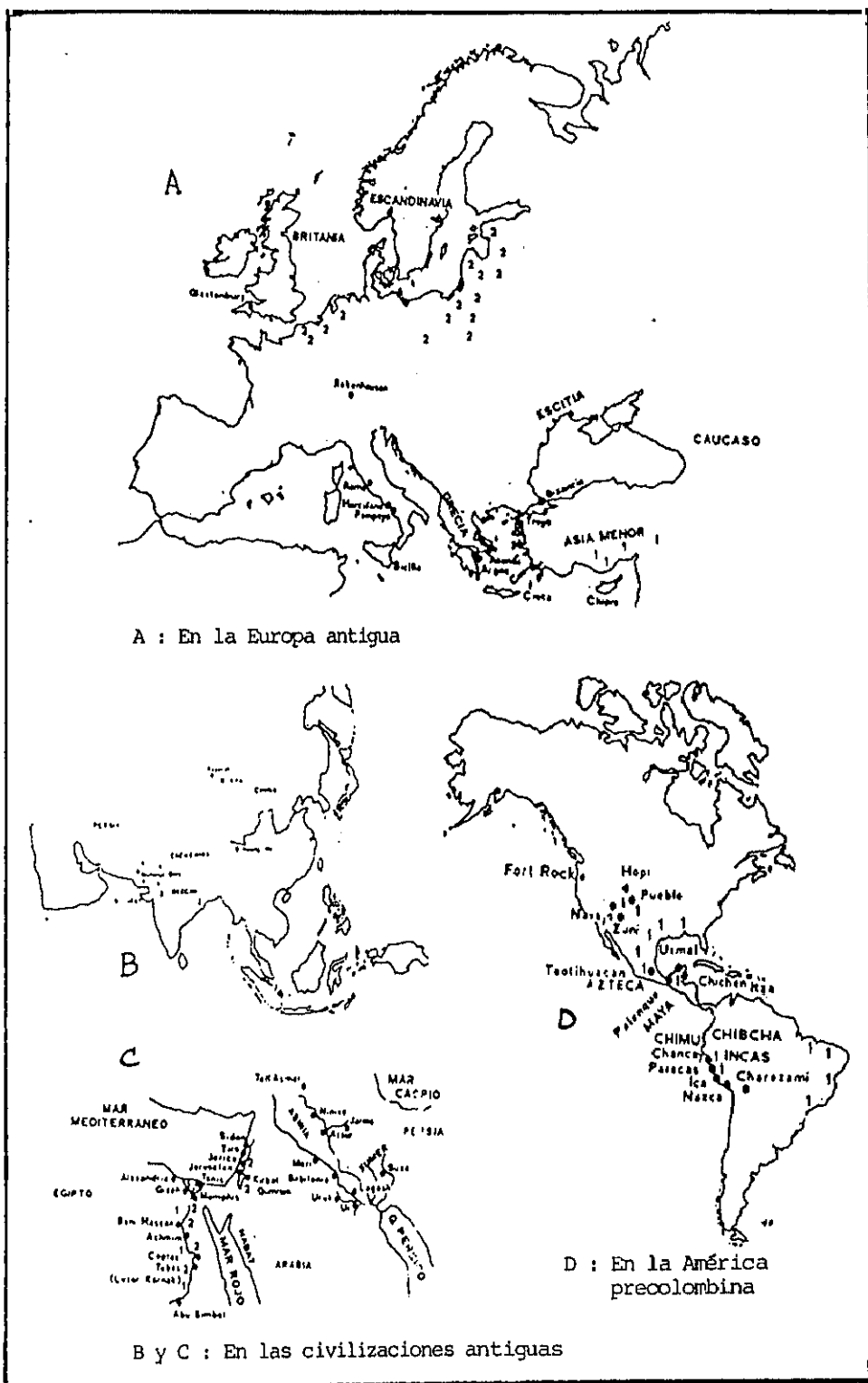


Fig. 13
El cultivo del lino y del algodón en el mundo antiguo.
1: Algodón
2: Lino

Fueron los romanos quienes lo llevaron a Francia y Britania, pero la invasión de los bárbaros que destruyó la obra de los romanos, propició que se trasladaran los centros de producción y cultivo con lo cual se reforzaron los del N.E. de Europa (Rusia y Polonia), desapareciendo los del S.E. todo ello durante los siglos VIII - X de nuestra Era, aunque alguno reapareció más tarde.

En la Bélgica actual se estableció el cultivo del lino hacia el año 960 en una zona del país aprovechando las aguas del río Lys, en Ipres, excelentes para el enriado. Hacia el año 1.000 parece ser que llegó a Inglaterra usándolo los bretones para fabricar cuerdas y tejidos gruesos. En Irlanda se introdujo en el siglo VI en donde floreció con fuerza en el siglo XIII.

La renovación del edicto de Nantes (dictado a favor de los protestantes en 1.598) por Luis XIV en 1.685, hizo que muchos hugonotes pasaran de Francia a Inglaterra y Holanda introduciendo en dichos países el cultivo y manufactura del lino.

Se puede decir que en el siglo XVII, la industria del lino se hallaba bastante extendida en varios países de la Europa Occidental, Alemania, Rusia, Polonia e Irlanda.

En América, los colonizadores lo usaban con fines domésticos mezclado a veces con la lana. Al introducirse la desmotadora del algodón en 1.792, se abarató el algodón y declinó el cultivo del lino.

El cultivo del lino

El lino es una planta herbácea, anual, puede alcanzar hasta 1 m. de altura, está provista de una raíz delgada perpendicular y, por lo general, un solo tallo que produce flores de color azul claro.

La siembra se realiza en primavera con semillas guardadas de la cosecha anterior; la recogida es en otoño, cuando el grano se hincha o amarillea. Según se vaya a emplear para la obtención de aceite o fibra, el momento de la recogida varía:

- Para aceite, se espera a que las semillas amarilleen.
- Para fibra, se recoge antes de la aparición de los granos porque así la hilaza es mejor y más resistente; es decir, son arrancadas antes de llegar a la madurez de la semillas.

Veamos a continuación cuál es la progresión de las operaciones a que se somete la planta después de la recolección para llegar a obtener la fibra destinada a ser hilada y posteriormente tejida.

La primera operación es arrancar la planta de la tierra y es algo que debe hacerse con cuidado. Es un momento importante dentro del proceso; siempre se hacía a mano para evitar que las fibras se tuerzan y no sufran. La planta se recoge con ambas manos tirando de ella suavemente hasta que sale la raíz.

Como las fibras útiles que servirán de material textil se encuentran en el interior del tallo de la planta, se somete a

ésta a un proceso que, a través de una serie de operaciones sucesivas, permite obtener las fibras para ser hiladas. Para ello hay que desprender la corteza que las envuelve lo cual se consigue por medio de tres operaciones principales:

- A) Enriado
- B) Agramado
- C) Rastrillado

A) ENRIADO

El lino no se somete a esta operación tal cual es arrancado de la tierra, sino que, previamente, recibe un tratamiento preparatorio que consiste en:

Esbagado o desgranado. Para ello se emplean ciertos útiles que varían según las zonas. En regiones pirenaicas y salmantinas (Las Bardas y La Huebra), lo hacen con unas mazas cilíndricas; en Galicia lo hacen con la "ripadeira" y, en general, con el "ri-pio", especie de peine grueso de madera. Así se forman haces que pasan al enriado.

Enriado. Es un proceso de fermentación destinado a destruir la sustancia que aglomera el tallo y la capa que contiene las fibras por medio de la disolución, a través del agua, de la materia aglutinante.

En la Antigüedad, esta operación se realizaba en balsas escalonadas y comunicadas entre sí, labradas en areniscas rocosas cercanas a los ríos de los cuales se tomaba el agua por

medio de sistemas de canales, tal como se desprende de las excavaciones realizadas en lugares diversos. En estas balsas se introducían los haces de lino desgranado o esbagado, con piedras encima para mantenerlos sumergidos.

Este sistema de enriado es del tipo "natural" con agua fría (aunque el sol le da cierto grado de tibieza) corriente. Tiene como inconveniente que es un poco difícil conocer si el grado de enriamiento del lino es regular ya que los haces inferiores lo estarán más que los superiores, al menos en teoría. Otro sistema de enriado natural es "al rocío o "sobre el terreno" pero requiere grandes extensiones, pues los haces se depositan sobre éste y la operación es muy lenta. Hay un sistema "mixto" que comienza enriando en agua para terminar sobre el terreno.

Por otro lado tenemos el enriado "artificial" que se hace con agua caliente y consiste en introducir los tallos de lino verticalmente en unos recipientes. Muchas instalaciones modernas lo han tomado como base para realizar el proceso dando un resultado excelente.

Cuando la corteza está bastante suelta, se considera que el enriado es suficiente. La duración de la operación no es fija, varía según los sistemas pero como término medio puede hablarse de 9 días. En Irlanda, por ejemplo, dura de 5 a 15 días y en Galicia 15. Cabe suponer que en la Antigüedad revestiría una duración similar.

Secado. Los haces se sacan del agua para que se sequen y

se oreen. Actualmente se han construido instalaciones para que el secado no dependa de las inclemencias del tiempo que pueden retrasar mucho la operación.

Cumplida esta fase, al haberse producido la fermentación, la descomposición bacteriológica separa las fibras de la corteza leñosa por haberse disuelto la materia que las aglutinaba con lo cual se puede pasar a la siguiente fase en la que se lleva a cabo la separación de las fibras de la materia leñosa.

B) AGRAMADO

Llamado también "majado". Consiste en golpear los tallos con la maza de degranar para separar la cáscara exterior y disociar las fibras de la materia leñosa. Se rompen los tallos en toda su longitud pero cuidando de no destrozar las fibras. Se puede hacer a mano con el banco de agramar o mecánicamente utilizando la agramadera mecánica.

Como complemento a esta operación de agramado se realiza el

Espadillado. Se procede a quitar las partículas de cáscara (tamo) con la "espada" o "espadera". Las espadoras básicamente están formadas por un sistema de cuchillas que terminan de eliminar las materias leñosas adheridas a la zona fibrosa: es una tabla vertical que tiene una ranura horizontal por la que se introducen los tallos agramados y, por el lado opuesto, se les golpea con el/los cuchillos (en las espadoras mecánicas).

De esta operación se obtienen dos tipos de fibra:

- 1ª) Del primer espadado salen las mejoras fibras para confeccionar el lienzo.
- 2ª) Del segundo espadado queda la estopa, la fibra más cercana a la corteza, más basta, que da lino de calidad inferior y que, por regla general, se destina para tejidos más groseros y mechas de lámparas.

C) RASTRILLADO

Llegados a este punto, los manojos de lino son sometidos a un "peinado" hasta quedar bien limpio; ésto se realiza con el "rastrillo", "rastro" o "rastra", tabla larga con púas de hierro a modo de cepillo para terminar de eliminar todo rastro de corteza y extraer las fibras más finas separando las fibras entre sí. Con este útil se peina tanto la fibra fina como la estopa empleando cada vez un sistema de púas más finas.

Para trabajar posteriormente con máquinas de hilar, es insuficiente el rastrillado manual por lo que se hace necesario el uso de rastrilladoras mecánicas que aseguran un trabajo más rápido y enérgico.

Esta fase se completa con el

Cardado, paralelo al rastrillado, hecho con cardadores.

Después de este largo proceso, la fibra está lista para ser hilada. Su color es pajizo pero no uniforme pues los tonos varían entre los claros, rubio pálido, amarillo y verde plateado. Para llegar a la blancura final, hay que someter las

fibras a sucesivas batidas, gracias a las cuales va perdiendo los restos de materia leñosa del tallo primitivo. También después del hilado los "bataneros" completan esta operación.

Las fibras sueltas tienen, como término medio, 500 mm. de longitud; no se consideran recomendables las que dan menos de 300 mm. En cuanto a su finura, se encuentran valores de hasta 0,045 a 0,225 mm.

Hoy día, de 100 kg. de tallos, una vez trabajados, proporcionan 48 kg. de fibra larga aprovechable para el hilado de tejido fino, 46 kg. de estopa y 6 kg. de material desechable.
(31)

ENFERMEDADES COMUNES DEL LINO

1.- GANGRENA

Causa: El calor solar.

Distribución: General

Síntomas y efectos: Después de un periodo de calor, cuando mide de 5 a 15 cm., se contrae el nivel del suelo, cae y muere.

Régimen y cuidados: Siembra temprana.

2.- MARCHITAMIENTO

Causa: El hongo "Fusarium lini".

Distribución: En cultivos extensivos. No en primerizos.

Síntomas y efectos: Decae el color de la planta, se aja, adquiere un tono pardo. Se seca y muere.

Régimen y cuidados: Emplear variedades resistentes. Tratar la semilla con desinfectantes adecuados. Es útil la rotación de cultivos.

3.- MOHO

Causa: "Melampsora lini".

Distribución: General en grandes zonas de cultivo.

Síntomas y efectos: En hojas, tallo y flores, manchas polvorientas de color anaranjado que oscurecen a medida que la planta crece. En casos graves: hojas desprendidas prematuramente adquiriendo el campo un tono rojizo.

Régimen y cuidados: Elegir variedades resistentes. Siembra temprana. Rotación de cosechas. Enterrar profundamente los restos de cosechas anteriores.

4.- PASMO

Causa: "Sphaerella linorum" (hongo).

Distribución: General en grandes zonas de cultivo.

Síntomas y efectos: En los tallos al empezar la maduración: forma de franjas pardas y verdes. Caso grave: tallos

pardos y caída de las hojas.

Régimen y cuidados: Variedades resistentes. Limpiar la semilla y desinfectarla. Rotación de cultivos y enterrar residuos de otras cosechas.

5.- TIZON DE LA SEMILLA

Causa: Varios hongos.

Distribución: General.

Síntomas y efectos: No brotan semillas y dan cultivos ralos. Las plantas, a los 2'5 - 10 cm., caen y mueren.

Régimen y cuidados: Limpiar las semillas y tratar con polvos desinfectantes sembrando en tierra consistente. Rotación de cultivos.

1.3.2. La fibra del lino ante los agentes exteriores

El lino es una fibra de celulosa derivada de la parte interna del tronco o tallo de una planta de lino; las fibras quedan situadas entre la corteza externa y la parte central leñosa del tallo a lo largo de toda su longitud. La fibra, contenida en un gran depósito de resinas vegetales y otros materiales de la planta, se obtiene por eliminación de estas materias. El alcance de esta eliminación y el conjunto de procesos para liberar la fibra, repercuten en el comportamiento

posterior de la misma.

a) Medio ambiente: la luz

Como fibra celulósica, el lino es vulnerable a la luz, especialmente a la radiación ultravioleta y registra una pérdida progresiva de tenacidad superior a la de muchas otras fibras y a las del algodón. Es difícil estimar la resistencia del lino ante una radiación dañina sin un conocimiento cabal de su proceso y de las impurezas que pueda contener. Lo que resulta claro es que la fibra es dañada por la luz, aunque el lino natural tiene una coloración que evita la detección del amarillamiento fotoquímico por la exposición a la luz exterior.

Además se puede demostrar (32) que ciertos tintes contribuyen a la destrucción prematura del lino. Este fenómeno se denomina "delicadeza" y es más típico en una clase de lino conocida como "vat", que en cualquiera otra. Esta "delicadeza" se puede apreciar en materiales impresos donde un cierto tinte parece el responsable de la destrucción de la fibra mientras que otras zonas permanecen sin atacar, al menos aparentemente. Ocasionalmente, este tipo de daño no es evidente hasta que se mueve el textil o se retira de su exposición (para situaciones de Museo, especialmente). Esta "delicadeza" puede acelerarse con la luz.

De las experiencias realizadas por Michel B. BOGLE en el Centro de Conservación Textil Merrimack Valley, emanan una serie de recomendaciones llamando la atención sobre la inciden-

cia de toda la luz solar y preconizando la instalación de filtros UV para todos los tubos fluorescentes ya que pueden producir rayos UV en un nivel tan alto como el 30% de los UV encontrados en un cielo de norte claro. Con cristales y filtros que bloqueen los rayos UV, dicho Centro recomienda un nivel general de luz de 10 a 50 Lux siempre que sea posible. Con este nivel de luz serán necesarios algunos ajustes para definir el color por parte del espectador. Es importante señalar que el nivel de luz óptimo para prevenir la fotodegradación del lino, sería la oscuridad total. Este hecho se constata observando la excelente conservación de grandes cantidades de tejido de lino encontrados en los enterramientos egipcios, que se han mantenido varios miles de años en oscuridad total hasta su descubrimiento.

b) Temperatura y humedad

Las fibras de lino, como las demás fibras corticales, tienen una recuperación de humedad después del secado de, aproximadamente, el 12%, casi doble que la del algodón (7'5%) y cercana a la del rayón de viscosa (13%). Sometidas a una humedad baja se pueden volver brillantes. Como las fibras de lino procesadas son bastante absorbentes, un nivel de humedad del 55% es más que adecuado para asegurar la flexibilidad de la fibra. La rapidez de acomodarse al ambiente, la alta absorbencia, la conducción de la transpiración por efecto capilar y la alta conductibilidad térmica, le hacen preferible al algodón para muchos usos.

Para almacenamientos, el nivel del 45% de humedad relativa es bueno siempre que no se viesen afectados por ese nivel otros objetos que compartan el almacenamiento con el lino. Por otra parte, es importante llegar a conseguir el control de los parámetros de estos dos agentes externos ya que fluctuaciones en la cantidad de humedad, producen pequeños estiramientos y contracciones en las fibras, provocando así, lentamente, un deterioro mecánico. Esta característica de la higroscopicidad del lino ha sido conocida por los pintores desde muy antiguo y es un dato importante a tener en cuenta ante la manipulación de este tipo de tejido para fines artísticos.

La fibra tiene una elevada resistencia a los efectos del calor, aunque la presencia de una humedad elevada y de altos niveles de temperatura podría producir el crecimiento de microorganismos perjudiciales. El lino blanqueado tiene una mayor resistencia al crecimiento de microorganismos que el lino teñido natural, pero con altas cotas de humedad, los microorganismos se desarrollarán libremente, alimentándose de la fibra o de los aprestos y suciedades del tejido.

Su resistencia biológica es la misma que la de celulosa en general. Sobre el lino, mohos y bacterias son susceptibles de desarrollarse a partir de una maceración o enriamiento — operación que comporta una solubilización por efecto microbiológico — y en cualquier estadio de trabajo o almacenaje. Como las otras fibras vegetales largas, más cristalinas que el algodón, está menos sujeto al ataque microbiológico porque presenta

menor accesibilidad; el lino antiplisado - antiplegado resiste mejor. No le atacan termites u otros insectos. El calor por sí solo puede acelerar el envejecimiento tanto de fibras blanqueadas como sin haber sido sometidas a este proceso; en consecuencia, deberían ser conservadas a temperaturas tan bajas como fuera posible.

Se recomiendan temperaturas de 28-33° C con una humedad relativa del 55 al 55% siempre que sea posible. Una HR de 45% sería excelente en orden a obtener buenos resultados siempre que los demás objetos almacenados junto a manufacturas de lino, lo permitiesen por sus propias condiciones intrínsecas.

c) Agentes contaminantes del aire

En cierta manera, el lino es resistente a los efectos de bajas concentraciones de la acidez depositada por los productos sulfurosos derivados que contaminan el aire. Una exposición continuada ante estos productos puede tener como resultado daño en fibras duraderas. El ozono puede contribuir directamente a la oxidación y destrucción de la celulosa, así como a la pérdida de color por medio del blanqueado. El ozono es un agente blanqueante o decolorante poderoso por lo que son deseables unas condiciones de aire regularmente renovado, debiéndose prestar especial atención al planear instalaciones de calefacción, ya que lo ideal sería que los combustibles produjesen productos derivados de la combustión, inofensivos. Hoy en día esto no es así.

d) Rigidez y daño de la fibra

El lino nuevo es una fibra extremadamente fuerte siendo, por tanto, excelente para su uso cuando se trata de soportar cargas. La resistencia de la fibra es muy baja, sin embargo, cuando las fibras de lino son torcidas, dobladas o arrugadas, esta distorsión puede originar el deterioro de la fibra con el paso del tiempo. Si se arrugan los tejidos de lino, se provocará el cuarteado de las fibras en la zona arrugada con un aumento de la presión del arrugado, teniendo como resultado el aumento del deterioro.

Esto es algo que se puede ver frecuentemente en las esquinas de los lienzos tensados o en telas pintadas más antiguas que hayan estado dobladas durante cierto tiempo. El lino tensado debería ser colocado en un bastidor cuyas aristas hayan sido previamente redondeadas para evitar el daño en el ángulo de 90°. Generalmente, cuanto mayor sea la distorsión del tejido de lino respecto a un ángulo de 180°, tanto mayor será la posibilidad de deterioro. Esta es la razón de insistir reiteradamente ante los fabricantes de bastidores para cuadros, acerca de la necesidad de observar esa simple medida de precaución ante la manipulación de la tela pues, con el transcurso del tiempo, se evita un daño grave cual es, incluso, la rotura de la tela en la arista del bastidor tal como es frecuente comprobar que ocurre en cuadros de antigüedad variada.

e) Sobre el enriado del lino

Recordemos que, mediante el conjunto de operaciones que

constituyen el proceso del enriado, en los tallos del lino se produce la fermentación de las sustancias que aglutinan en el tallo a las fibras propiciando su destrucción microorgánica para conseguir la separación y liberación del conjunto de fibras textiles.

El tipo de enriado, tanto realizado en un depósito, río, rociada o mediante un proceso químico, influye sobre las propiedades de la fibra resultante, particularmente en el matiz del producto final. Expertos en lino sugieren que su precisa identificación puede realizarse a través de la observación del matiz natural resultante de la fibra. Dice ZYLINSKY (33) que se puede conseguir información respecto a la procedencia de materiales de lino por el estudio de los tipos de suciedad así como del tiempo atmosférico. Los matices distintos del lino enriado con el rocío, frente al lino enriado en agua (arroyo o estanque) se pueden distinguir fácilmente porque el enriado al rocío produce una fibra gris-marrón y el enriado al agua la produce de color amarillo-marrón.

f) El lustre

Las fibras del lino contienen, aproximadamente, el 1% de cera después de su procesado junto con materiales resinosos (pectinas solubles en agua) que ayudan a unir las fibras entre sí. Posteriores lavados y prensados de los materiales de lino, conducen a un aumento del brillo puesto que a las superficies enceradas les sale brillo por el calor y las pectinas y otros

materiales de la planta, son eliminados. Esto explica la pátina desarrollada por los elementos bordados en prendas de uso doméstico.

g) Impurezas

Al igual que el algodón, el lino no se compone de un 100% de celulosa. Esta se encuentra en el lino en los niveles del 60%, puesto que la fibra contiene ceras y resinas, además de lignina y hemicelulosa. Por tanto, se puede esperar que el lino se comporte como la celulosa en ciertos casos, mientras que en otros, la fibra no responderá igual. El efecto concreto de la presencia de la lignina en el proceso del envejecimiento natural, aún está pendiente de ser investigado.

1.3.3. Otros datos sobre el lino

Propiedades químicas.- La resistencia química del lino es, poco más o menos, como la del algodón ante la acción de ácidos, álcalis, oxidantes y sales metálicas, pero es más sensible a los reactivos teniendo en cuenta que la fibra encierra más impurezas y materias incrustantes que el algodón. Hay que actuar con la necesaria cautela para no atacar sensiblemente el enlace interfibrilar con endurecimiento, algodonización, debilitamiento de la fibra y pérdida de peso más o menos graves.

Es sensible a los ácidos pero resiste los álcalis, resistiendo particularmente a los ácidos débiles diluïdos, pero es atacado si están calientes o si se trata de ácidos concentra-

dos, aunque fríos.

Con los álcalis se comportaría tan bien como el algodón si su adhesivo intercelular fuese tan resistente como la celulosa; por tanto, es posible que un tratamiento demasiado alcalino o demasiado caliente, destruya las pectinas provocando la algodonización. Por la misma razón y contrariamente a lo que se cree, el lino resiste menos que el algodón el lavado y soporta el blanqueo cuando se toman las oportunas precauciones para evitar los daños mencionados. No se ve influenciado por los disolventes comunes.

Conservación.- Es fibra pulida que se mancha poco. Un lavado bien hecho mejora su belleza mejor que una limpieza en seco. Referido a las telas usadas como vestimenta u otros usos domésticos, si estuviese demasiado sucia, podría blanquearse; se estira en húmedo y también con temperatura alta (230° C.).

Características analíticas del lino.- El reactivo SCHWEITZER produce el hinchamiento de la fibra y luego su disolución. El reactivo VÉTILLARD, el cloruro de zinc iodado, el cloruro de calcio iodado, dan una coloración azul. La sosa cáustica lo colorea en tono pardo. El ácido nítrico le da color rosa. La fucsina, en solución alcohólica, lo tiñe en rojo. El reactivo SAVEREUX, lo tiñe en rojo violáceo.

1.3.4. ALGODON: Botánica. Cultivo. Uso histórico.
Enfermedades.

El algodón se presenta como planta herbácea, arbusto o árbol cuyo cultivo se halla muy extendido en las zonas tórridas de América del Norte, Sur y Centro, China, India Oriental, Egipto, Turquía y Europa, aunque en este continente ocupa áreas menos extensas. Es uno de los cultivos textiles más antiguos.

Botánica del algodón

Nombre: Gossypium herbaceum

Familia: Malváceas (GÜTTER dice "lobuladas")

Género: Gossypium

Especies: Hay más de 20 especies distintas entre salvaje y cultivado, pero sólo se cultivan 8 variedades
(34)

En principio pueden hacerse dos grupos de especies, aparte de los dos tipos mencionados:

a) Del Antiguo Continente, cabe destacar las especies cultivadas:

- Gossypium arboreum
- Gossypium herbaceum

b) Del Nuevo Continente, especies cultivadas:

- Gossypium Hirsutum
- Gossypium Barbádense

El "*Gossypium Hirsutum*" es nativo americano, conocido como "Upland" y es la especie comercial más extendida por todo el mundo. Alcanza una altura media de 60 a 150 cm. De su tronco parten ramas que se cubren de hojas de 3, 4 y 5 lóbulos. Las flores son desde el blanco amarillento pasando al color rosado. Su fruto es cápsula de tamaño y forma variables, con cubiertas de pelusa más o menos fibrosa. Se obtiene fibra textil de calidad fina y mediana.

El "*Gossypium Barbadense*" es el "jumei" o algodón egipcio llamado "Sea Island", (de India Occidental) y los egipcios. Crece en el valle del Nilo y en algunas zonas de U.S.A. Alcanza una altura de 91 a 305 cm. Las hojas son trilobulares o pentalobulares y sus flores son amarillas con manchas moradas en la zona inferior del pétalo. Las cápsulas son menores que el tipo "Upland" y de menor rendimiento, pero la fibra es muy apreciada por su finura y longitud (38 a 63 mm.) para fabricar textiles de calidad e hilo.

El algodón es una planta erecta con ramas que nacen del tronco principal, raíces profundas y capullos que nacen en la axila de cada hoja del tronco principal con las ramas vegetativas; salen dos capullos y una de ellas, el "axilar" produce ramas vegetativas mientras que el otro, "extraaxilar", produce la rama fructífera.

Al crecer la fibra, la pared celular aumenta de espesor dando lugar al movimiento de torsión que se traduce en cientos de vueltas por cm. al llegar a la madurez total. La capacidad

de torsión, la longitud y finura de la fibra, influyen considerablemente en la calidad del hilado. El peso de la fibra es $\frac{1}{3}$ de la semilla.

Los algodones contienen impurezas constituidas por arena y fragmentos de paja de las cápsulas y de semillas inmaduras; el contenido de impurezas es fundamental para establecer su clasificación. El porcentaje de impurezas en los algodones valorado sobre los tipos americano, va desde el 2 - 3%, (6 - 8% para el "good middling"), al 12-14% (15-18%) para el "good ordinary".

Morfología del algodón

La Fibra

Del estudio microscópico de la fibra de algodón se deduce que está formada por células vegetales tubulares, aplanadas, de cantos redondeados, retorcidas en forma de tirabuzón.

La fibra utilizada en la industria textil es unicelular, con aspecto de barrena; está formada de un pelo de la semilla que es una célula epidérmica que se ha alargado y que continúa desarrollándose longitudinalmente. La fibra monocelular se desarrolla por medio de la formación inicial de un sutilísimo tubo protector hidro-repelente, rico en ceras y pectinas (pared primaria) relleno poco a poco por celulosa (pared secundaria); al fin de este ciclo, la fibra está madura y deshidratándose, se afloja adquiriendo el aspecto de una cinta más o menos retorcida (convulsiones).

La pared celular tiene tres capas:

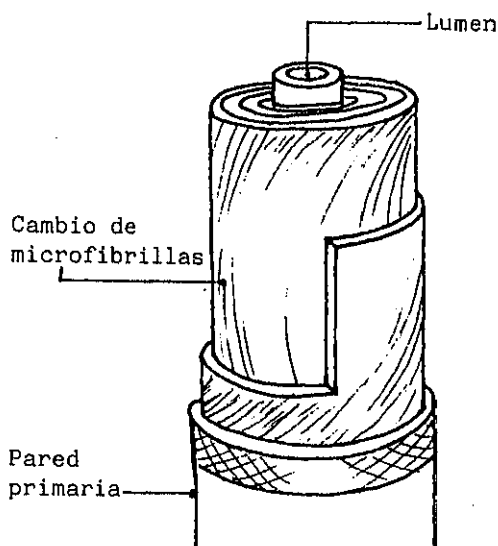


Fig. 14.
Estructura especial multicapa de una fibra de algodón antes de su cambio a una forma de cinta mediante el secado en la cápsula (bola de algodón). Una característica particular es que las microfibras en cada capa secundaria están espiralmente alineadas en un ángulo de unos 23°, pero este ángulo aumenta más dentro de la fibra.

- La cutícula, que cubre el exterior.
- La pared primaria, que consta de tres capas de fibrillas, cada una en un ángulo diferente con respecto al eje.
- La pared secundaria, dispuesta después de que la célula se ha desarrollado por completo.
- Canal central, que generalmente es cerrado y visible como una grieta que, a veces, está relleno de restos de materias protoplásmicas que han alimentado la fibra.

Las fibrillas están en disposición espiral a 20° - 40° del eje. La abertura central está vacía. Cuando la fibra se seca,

Las paredes se caen y se retuercen produciendo así la forma característica en sección transversal y longitudinalmente.

Tiene cutícula o piel solamente por el lado de la pared hasta que el pelo alcanza su máxima longitud. Además posee una pared primaria delgada de naturaleza celulósica y una pared secundaria mucho más importante constituida casi exclusivamente por celulosa.

Después de alcanzar la longitud máxima, la pared se va engrosando debido a que se van depositando capas de celulosa en su cara interna. La celulosa se va depositando en círculos concéntricos (hasta 25 m. en el algodón maduro y 12 m. en el inmaduro) llamados "anillos de crecida jornalera" en los que, con movimiento helicoidal en torno al canal central de la fibra, están los hilos de celulosa pura — fibrillas — los cuales van cambiando el sentido de su dirección, moviéndose siempre en ángulo agudo respecto al eje de la fibra. El diámetro de las fibrillas es de $0'1 - 1'4\mu$.

En conjunto, la fibra del algodón contiene del 92 al 95 % de celulosa. La pared secundaria que rodea al canal central, está compuesta por un millar de fibrillas repartidas en una treintena de capas concéntricas teniendo cada fibrilla una anchura aproximada de 90 \AA que se enrollan en hélice de gran peso a lo largo de las fibras y dejan entre ellas fisuras que atraviesan radialmente la fibra.

Las fibras de algodón, excluyendo los residuos, se trans-

forman químicamente pocas veces. Sin embargo, las fibras muy cortas, de algunos mm. que quedan en las semillas después de sacar las fibras largas (inutilizables en hilatura), forman un material de calidad constituido de celulosa casi pura, empleando con el nombre de "algodón-linters" para la preparación de derivados celulósicos con una morfología análoga a la de las fibras largas. En otras fibras, a menudo pluricelulares, la celulosa está asociada a sustancias muy variadas: lignina, materias pépticas, hemicelulosas, hexosanas, pentosanas, ceras, materias minerales: eventualmente a resinas, taninos, materias grasas, materias colorantes, etc.

La forma de la fibra se alcanza cuando la cápsula se abre: entonces las fibras se secan, desaparece toda la humedad contenida en el espacio tubular y la fibra se enrolla sobre sí misma formando tubos planos, retorcidos, abiertos en la base y afilados y cerrados por las puntas.

Una misma fibra puede retorcerse según el sentido de las agujas del reloj y al contrario, a trechos iguales. La fibra del algodón maduro se presenta con aspecto de cinta retorcida, con bordes engrosados cuya longitud es, generalmente, de 1.220 - 1.500 veces la anchura; las dos magnitudes de la cinta no tienen ningún significado sin el espesor que es el que revela, efectivamente, la madurez. El diámetro y longitud son desiguales, y las formas variadas, de extremos redondeados y base irregular y rasgada. La lignificación de la fibra cruda es nula. Las fibras no maduras muchas veces se presentan con sección en U.

Su finura o ancho de las cintas, varía entre 12 y 20 micras, según P. BIGORRA LLOBET, o bien 0,014 a 0,026 mm. (14 a 26 micras) según Max GÜTTER y W. KIND, tal como indican en "La industria textil", p. 20. Su longitud es variable entre 12 y 50 mm.; según su origen en general, los algodones son finos y los cortos bastos, siendo los finos más retorcidos que los bastos.

Si la fibra ha madurado regularmente y no ha sufrido daños, el color puede ir del blanco, blanco crema o brillante (bloom) para el algodón del tipo americano, el crema moreno intenso para los tipos indio y egipcio.

Las circunvalaciones del algodón varían mucho y la torsión se altera a derecha e izquierda de modo que la tensión global es pareja a cero. Esto es muy importante por conferir a una fibra, tendencialmente corta como el algodón, una cierta cohesión en la hilatura favorecida también por la firmeza y recuperación de humedad de la fibra, factores que favorecen el contacto interfibroso.

Las fibras más largas son, generalmente, las más maduras y las más finas dado que el volumen de celulosa aportado continuamente a la fibra es igual para todas las fibras, cortas o largas, de la cápsula; también son más tenaces, tienen mayor alargamiento, menor deformabilidad y mayor resistencia a la rotura.

La finura se considera teniendo presente la naturaleza cintiforme de la fibra, más acentuada cuanto más delgada. La

anchura de la cinta (diámetro aparente) varía de 10 a 14 μ registrando medias inferiores a las 16,5 μ para el Sea Island (finísimo), 16,5 - 18 μ para el egipcio (fino) y superiores a 20 para el indio (grueso). Obviamente, en igualdad de diámetro aparente, puede variar el espesor de la pared por lo cual la medida del diámetro no se puede hacer normalmente.

La sección depende de la maduración y del espesor de la parte secundaria. Es casi circular para fibras bastante maduras o mercerizadas y desde elíptica a circular para fibras maduras, aplastada y rectangular con ángulos redondeados para las fibras inmaduras y muertas. Las inmaduras tienen con frecuencia una sección replegada en U por la tenuidad de la pared.

Las fibras inmaduras presentan diferencias notables en las características ópticas (menor opacidad), geométricas (sección lineal, mayor prerímetro, ausencia marcada de circunvalaciones, menor espesor de la pared secundaria), mecánicas (menor tenacidad y mayor fragilidad) y químico-físicas (celulosa tendencialmente amorfa, una absorción más rápida de humedad y colorantes, mayor afinidad por la sosa cáustica). En fin, el algodón inmaduro en la hilatura, tiende a formar borras en cuanto su sección cintiforme y otros factores modifican la flexibilidad y la elasticidad entre otras.

En el algodón existen fibras muertas. No tienen pared secundaria y son extremadamente delgadas (inferior al micrón), transparentes y consiguientemente, con un diámetro mayor aparente. Están privadas de circunvalaciones y presentan plegados

longitudinales irregulares; al microscopio se revelan frecuentemente reunidas en marañas que interfieren la tintura.

Fibra - Célula única, hueca, afilada.

Longitud = 12 - 55 mm.

Diámetro = 15 - 20 mm.

Sección transversal = En forma de oreja, con una gran abertura (tubo central vacío) y pared delgada.

Forma longitudinal = Retorcida, con frecuentes cambios de dirección.

Color = Marrón, beige-crema.

Lustre (brillo) = Bajo.

Una fibra bien desarrollada (con alto contenido de celulosa), tiende a ser altamente cristalina; sin embargo ésta es tal que, cercana a zonas altamente organizadas, la fibra se presenta desorganizada de suerte que reúne, por ejemplo, buena tenacidad y alta estabilidad a la humedad con absorción y gran afinidad por los colorantes y aprestos que pueden penetrar hasta fijarse a los grupos reactivos.

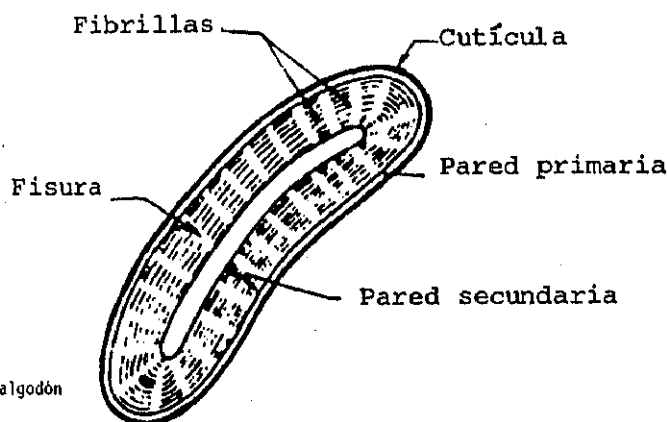


Fig. 15. Sección de una fibra de algodón

La Célula

Es de forma arriñonada o de judía vista al microscopio su sección transversal. Raramente es redonda u ovalada. El lumen es lineal u oval y paralelo a la dirección más larga. No forma haces.

La forma de la sección transversal permite precisar si el algodón ha sido recolectado muerto (fibras muy aplastadas), medio maduro o maduro (fibras más espesadas en forma de judía). Un algodón da, en general, un muestrario de fibras de madurez variada con predominio de unas u otras.

Las mercerizadas (tratados con sosa caústica lo cual provoca su hinchazón y le da brillo) tienen una sección redondeada, como indican M. C. GAY y R. MONROCQ.

El algodón es una planta que crece con gran rapidez. Desde la siembra de la semilla hasta la floración, transcurren de 75 a 100 días. La flor sólo se conserva algunas horas abriéndose en las primeras horas de la mañana con un color blanco amarillento; al cerrarse a la noche, su color se vuelve rojizo.

En su mayor parte, se fecundan con su propio polen. En su ovario, en el curso de 50 a 60 días, se forman los frutos, cápsulas del tamaño de una nuez, que encierran semillas rodeadas de largas fibras las cuales constituyen propiamente el algodón. Cuando las cápsulas están maduras, se extraen y sus filamentos se recogen a mano. Por eso la fibra es pelo de semilla.

Datos técnicos del algodón.- El algodón es, esencialmente celulosa ya que ésta es el principal constituyente de la fibra, pero en estado virgen (algodón gris), contiene pequeñas cantidades de grasa y cera, pectina, proteína y materias colorantes naturales. La eliminación de estas impurezas se efectúa por métodos apropiados de descrudado a presión y blanqueo.

Se puede distinguir de todas las fibras importantes porque examinándolo con luz polarizada, cruzando polarizador y analizador, permanece brillante en todas direcciones debido a los frecuentes cambios de dirección de la estructura de la fibra, apareciendo en forma de perla por la alternancia de porciones brillantes y oscuras.

Puede dársele lustre por el procedimiento de mercerización: tratamiento bajo tensión, con disoluciones concentradas frías de sosa cáustica. La fibra se hincha y pierde la mayor parte de sus vueltas lo que contribuye a darle brillo. Las fibras mercerizadas no se adhieren y toman un color pálido con el rojo Congo.

Los paños de algodón pueden tratarse con resinas u otros acabados químicos para adquirir mayor inencogibilidad y resistencia a las arrugas y a efectos de brillo mediante ulteriores tratamientos mecánicos. Otros procesos de acabado implican modificaciones químicas de la fibra como la acetilación y cianoetilación para darle mayor resistencia al calor y al ataque microbiano y para reducir su afinidad con los colorantes directos.

b) HISTORIA Y CULTIVO

El algodónero es una de las plantas de cultivo más antigua. Los primeros vestigios del algodón de la India son de la población de Moenjo-daro, pero no se conoce cuándo empezó a hilarse. Se habla de 12.000 años a.C. en Egipto pero este dato, según dice A. BARELLA MIRO, no parece que se haya probado.

Lo que sí se ha probado es el hallazgo realizado en la población citada, situada a unos 350 Kms. de Karachi, en el actual Pakistán, consistente en un vaso de plata conteniendo un fragmento de tejido de algodón cuya antigüedad se ha calculado en 5.000 años. A Egipto se le asignan 3.000 años a. C. para el uso del algodón, así como para América Central y Meridional.

La observación escrita más antigua que se conoce acerca del empleo del algodón proviene de la India: la literatura sánscrita del último milenio a.C. contiene una ley por la que se obliga a que los cordones de la vestimenta sacerdotal de los brahmanes sea de algodón. (35).

En el año 1.500 a.C. se producían tejidos de gran calidad con medios muy primitivos de hilatura y tejeduría. En los libros sagrados "Asvaláyana Srantu Seitra" y el libro de Manú, datados en unos 800 años a.C. aparece citado con el nombre de "Karpasi".

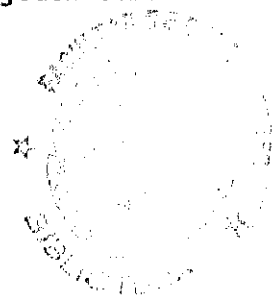
Los hindúes alcanzaron un arte inigualable en la fabricación de tejidos de algodón, de una finura indescriptible, a

juzgar por los elogios que le dedicaron los poetas al que llamaban "tejidos hechos de brisa". Más modernamente, Marco Polo (1.290) ensalzó al algodón de la India como el mejor del mundo conocido.

Las Sagradas Escrituras lo citan en el libro de Esther (1.6) a propósito de la descripción del palacio de Susa y aparece con el nombre de "Kirbas" o "Karpas". También el rey Salomón lo empleó para cortinajes del templo de Jerusalén (hacia los años 1015-926 a.C.) cuyas telas procedían de la India, si bien fueron compradas en Egipto y Fenicia.

Escritores antiguos hablan del algodón en sus escritos; aunque hay cierta confusión en los términos para designar algodón y lino, es evidente que lo conocían desde tiempos muy antiguos. Se pueden citar autores como Herodoto (484 a 425 a.C.) que proporciona una descripción muy expresiva: "Los indios poseen un árbol salvaje que ofrece, en lugar de frutos, una especie de lana parecida a la oveja pero más fina y mejor que ésta. Los indios se confeccionan vestidos con la misma". Nos aseguran que los sacerdotes egipcios iban ataviados con tejidos de lino, pero Plinio el Viejo (23 a.C. a 79 d.C.) habla también del algodón ya que, cuando hablan del término "lienzo" no se refieren necesariamente al tejido de lino, sino a que el aspecto de la tela fuera de lino o de algodón. Teniendo en cuenta que sólo el lino era el usado, excluye al algodón como tejido empleado en otros usos más comunes.

Según testimonio de Plinio:



"La parte alta de Egipto que linda con Arabia, produce un arbusto que algunos llaman 'Gosipión' y otros 'xylon' por lo que la fibra que se obtiene de ellos se denomina 'xylina'. Su fruto es igual que una nuez peluda cuyo copo interior puede hilarse como la lana y no tiene parangón en blancura y finura. Este arbusto proporciona a los egipcios bellos vestidos".

En los escritos de Plinio aparece por primera vez el nombre de "GOSSIPION" que más tarde se transformó en "GOSSYPIMUM", denominación botánica del algodónero.

Teofrasto (372-287 a.C.) también hace una descripción del arbusto y del cultivo del algodón por los hindúes, lo mismo que Alejandro el Grande (356-323 a.C.) ofrece a los griegos un gran conocimiento del algodón, al explicar las características de la planta y de su fruto de cuyas simientes se fabrica la fibra.

En tiempos del Imperio romano se extendió a Grecia el uso del algodón como mercancías habiéndose comprobado que algunas partes de vestimentas confeccionadas hasta entonces con lino o lana, fueron fabricas con finas telas de algodón. Esto ocurría probablemente hacia el año 300 a.C., siendo abundantes las citas de escritores griegos y romanos: Herodoto (484-425 a.C.), Estrabón (53 a.C. - 25 d.C.), los citados Teofrasto, Plinio el Viejo y Alejandro Magno, Aristóbulo, coetáneo de éste, así como Nearco, su almirante, que menciona a los árboles de la India y los tejidos que fabrican los nativos. En la época de Augusto (27 a.C. - 4 d.C.) se mencionan cortinas y tiendas de "carbassa".

El conocimiento que griegos y romanos tenían del algodón no quiere decir que lo cultivasen o manufacturasen. En Roma, los tejidos de algodón llegaron a convertirse en artículos de lujo, igualando su valor al de la seda.

Desde la India, el algodón progresó hacia el Oriente lejano: China, Corea y Japón a donde llegó en el siglo XIII durante el reinado de Tokugawa.

Por entonces el algodón se usaba en aquellas zonas como planta ornamental sin ser comercializada, ya que era la seda la fibra más utilizada para la indumentaria.

A Europa, parece ser que llegó empezando en Grecia e Italia, después de comenzar la Era Cristiana aunque su conocimiento fuese más antiguo. El cultivo se introdujo poco a poco, así como la preparación de la fibra y fueron los árabes los que llevaron el cultivo por el Mediterráneo.

El escritor Abu Zacaría Ebu el Awami, del siglo XII, menciona el cultivo del algodón en Sicilia, pero probablemente antes ya se cultivaba en España donde fué introducido en el siglo IX ó X, en tiempos de Abderramán III (según MARLES) pues en el siglo IX ya existían manufacturas del algodón en Granada, ya que los árabes hicieron las primeras plantaciones de tipo industrial en las provincias meridionales de España. Esta ciudad y Barcelona son citadas como centros exportadores en el siglo XIV que, junto al siglo XV destacan porque en ellos el algodón de Motril (Granada) se consideraba como uno de los

mejores del mundo.

La importancia de los árabes en la extensión del cultivo fue muy grande. La palabra "algodón" deriva del árabe "al gutum" que, según algunos autores, a su vez deriva del griego "Kiton", nombre de una prenda que se usaba en Grecia.

En el Mediterráneo, otros centros algodoneros importantes fueron Grecia,, Antioquía, Alejandría, Sicilia y Venecia. La Italia del siglo XII aprendió a tejer el FUSTAN, mezcla de lino en los hilos de urdimbre y algodón en la trama, no atreviéndose durante mucho tiempo a usar también el algodón en la urdimbre. Este tipo de tejido fue muy usado en Europa.

Al centro de Europa llegó por obra de las Cruzadas, hacia los siglos X-XII iniciándose el comercio con Venecia y Génova y sur de Francia hacia el Oriente para proveerse del tejido pues las importaciones de España eran difíciles a causa de las turbulencias de la época. La Industria algodoneria italiana hacia el siglo XIV se propagó a Francia e Inglaterra pero la calidad de las telas orientales no era igualada.

En Alemania encontramos la manufactura del algodón en el siglo XIV aunque se tejía el FUSTAN como en el resto de Europa situación que se prolongó hasta el siglo XVIII. Hasta entonces, los tejidos de algodón puro provenían de las Indias Orientales.

Parece ser que en el Nuevo Mundo se produjo un desarrollo paralelo en la importancia del cultivo y uso del algodón. Probablemente la comunicación pudo realizarse a través del estre-

cho de Behring o a través de alguna otra tierra hoy desaparecida. Lo cierto es que entre 3.000 y 2.500 años a. C. ya se hallaba tanto en Asia y Africa como en Perú lo cual hace suponer que se cultivó simultáneamente en varias zonas del mundo. Las variedades de una parte y otra son distintas quizá como respuesta de adaptación de la planta al medio.

Cuando Colón llegó a las nuevas tierras encontró algodones en casi todos los lugares que visitó (ver fig. 2), así como Hernán Cortés y Pizarro; más tarde también los conocieron por todas partes. Desde Méjico al Missisipi y desde Brasil a Perú se producía algodón silvestre y cultivado. Los mayas, aztecas, pre-incas e incas dejaron muestras, en sus monumentos, del uso del algodón por lo menos desde el 2.500 a.C. Al regresar Colón de su primer viaje, llevó una muestra del tipo llamado Sea Island.

En Méjico no se conocía el lino; crecía silvestre, y se carecía de lana y seda lo cual hizo que el algodón fuese la fibra más utilizada. Los mayas lo usaban 632 años a.C. aunque las condiciones de conservación no han sido buenas con lo cual cabe suponer que su uso fuese más antiguo.

En América del Norte había algodón en Texas y Luisiana en tiempos de la conquista, suponiéndose que 500 años a.C. era usado por los indios de los estados actuales de Utah, Texas y Arizona. Pero el cultivo racionalizado y su manufactura se debió a los españoles hacia mediados del siglo XVI que sembraron algodón en Florida. En el siglo XVII, los estados de Virgi-

nia y Carolina comenzaron a explotarlo industrialmente con semillas de Chipre y Esmirna. La variedad de fibra larga — Sea Island — no prosperó en el interior y se recurrió a la Upland que tenía dificultades de desmote lo que desembocó en la invención de la desmotadora a cargo de Yale Eli Whitney en 1793, con lo cual se convirtió a los Estados Unidos en el primer país exportador.

Actualmente, los grandes productores de algodón son América, Egipto y los Mares del Sur.

Cultivo

El algodón se cultiva en zonas donde las temperaturas estivales sean superiores a los 25° C, donde no se produzcan heladas durante un período de 180-200 días y sean abundantes en sol y humedad. Las temperaturas suaves de primavera y los frecuentes aguaceros, favorecen el crecimiento de la planta. Durante el verano requiere humedad sin exceso, temperaturas elevadas y abundante exposición al sol. La llegada del tiempo frío y seco del otoño contribuye a madurar la cosecha hasta alcanzar los niveles convenientes.

El uso del riego ha permitido extender el cultivo del algodón a zonas en las que la pluviosidad es baja por carecer de lluvias suficientes.

Los terrenos adecuados al cultivo del algodón son de naturaleza variada, tanto arcillosos como arenosos, pero es nece-

sario que sean fértiles, bien avenados ("avenar" es dar salida a las aguas muertas por medio de zanjías), aireados, ricos en ácido fosfórico, húmedos y exentos de enfermedades y plagas de insectos dañinos. El lugar destinado a recibir la siembra debe estar perfectamente limpia de restos de cultivos anteriores, y se prepara durante el otoño o la primavera dejándolo bien suelto, húmedo y libre de maleza; incluso suele regarse antes de sembrar para que el suelo se humedezca hasta unos 120 - 180 cms. de profundidad.

a) LA SIEMBRA

Cuando el terreno alcanza la temperatura de unos 15° C. y la humedad es buena, se procede a la siembra con semilla pura y de variedad adaptada a las condiciones del terreno. Las semillas se depositan en hileras separadas unos 19 - 20 cms. y a intervalos regulares. Se calcula que pueden crecer entre 100.000 - 200.000 plantas/Ha.

Las labores a que se somete la planta durante su crecimiento son:

Primer escardado: entresacar brotes para espaciarlos convenientemente y así favorecer el crecimiento. Esta operación puede hacerse con máquina. Si se hace manualmente, se emplean las herramientas para esta labor: azadas y rastrillos.

Eliminar la maleza, que puede hacerse bien enterrándola después de arrancada, empleando productos químicos (en las

zonas de lluvia abundante) o también con cultivadoras lanzallamas que queman las malas hierbas.

Regado suficiente, que requiere técnicas de regadío en áreas de lluvias escasas, bien por irrigación o por pulverización. La planta ha de tener agua suficiente para no marchitarse.

Después de 6 a 8 meses de sembrada, la planta da flores de color amarillo claro o rojizo de las que se desarrolla la cápsula o fruto, de color marrón, de tamaño 3 a 5 veces de una nuez. Cuando está madura, se abre saliendo al exterior la pelusilla blanca finísima de las semillas de color oscuro y tamaño de guisante.

b) LA RECOLECCION

La recolección, en el hemisferio norte, se hace entre Setiembre y Diciembre dependiendo, según la zona geográfica, de las condiciones climáticas, de la variedad de la planta y de las prácticas de cultivo. Suele hacerse más de una recogida porque no todas las plantas maduran a la vez. Hay que recoger las cápsulas para seleccionar semillas. Esto puede hacerse manualmente o con cosechadoras mecánicas que se han ido imponiendo paulatinamente en vista de los refinamientos introducidos en las máquinas que las capacitan para hacer la selección de los elementos a recolectar.

El meollo de la recolección consiste en arrancar la semilla de la cápsula ya abierta con la pelusilla y depositarla en un

saco. Hay que separar la pelusilla o "despepitado" con máquinas adecuadas llamadas "desgranadoras".

Cuando esta operación se hace manualmente suele ser necesario realizar dos o tres recogidas para recolectar la totalidad de la cosecha. Cuando se hace con máquinas se emplean las "desgranadoras". De entre las máquinas hay dos tipos principales que se han impuesto sobre otros.

- La de husillo: separa el algodón de las cápsulas abiertas. En un tractor se colocan lambores giratorios con husillos que son los que arracan el copo del cual un "desnudador" (dispositivo de goma) separa el algodón que una corriente de aire deposita en una cesta.

- La de espado: separa las cápsulas por medio de rodillos exteriores dotados de movimiento giratorio. Este sistema se basa en el más antiguo rodillo manual que "peinaba" o arrancaba las cápsulas con sus dientes.

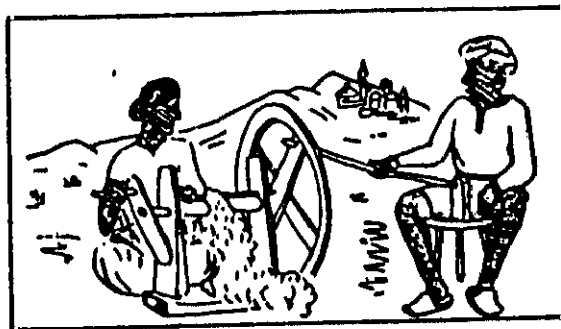
c) OPERACIONES POSTERIORES A LA RECOLECCION

La tarea principal es el "desmotado" consistente en separar la fibra de la semilla.

Antiguamente era ésta una operación lenta ya que un operario entrenado sólo podía obtener 1/2 kg. de fibra pura en una jornada de trabajo. El trabajo se hacía a mano.

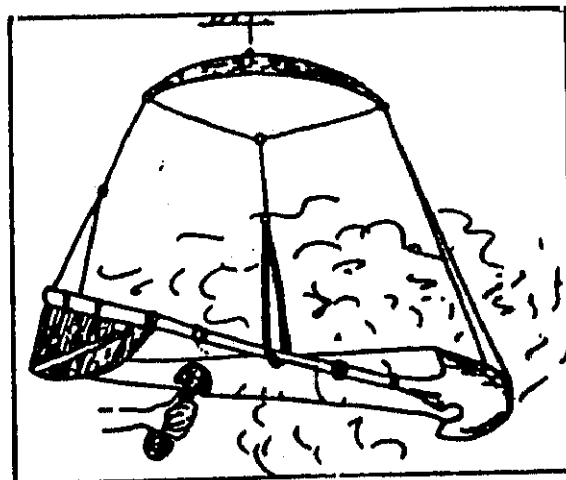
Pronto comenzaron los inventos a facilitar y agilizar la operación. Fué en la India en donde se inició el proceso de perfeccionamiento, primero a base de utilizar un cilindro de hierro que se hacía rodar con el pié sobre una losa de piedra en donde se colocaban las fibras.

A
Desgarrado con cilindro



B Churka

Fig. 16.A,B,C.
Técnicas antiguas del
procesado del algodón



C Batanando con bambú

Más tarde se inventó la "Churka" (fig. 16.B) que consistía en dos cilindros: el inferior de madera y el superior de hierro; éste giraba más rápidamente que el otro, produciendo de este modo, la separación de la fibra. Eran necesarios dos personas, pues mientras una alimentaba con fibra a la máquina, la otra era la encargada de hacerla funcionar. Así se conseguía producir 7 kgs. diarios de algodón.

Los chinos perfeccionaron el aparato moviendo el cilindro superior mediante un pedal, con lo cual empleaban un solo operario.

A continuación se realizaba el "batanado" para esponjar la fibra y separar los restos de materia de la semilla. Se hacía con unos bastones a veces fijados en una caña de bambú (fig. 16.C) que hacía de resorte. El dispositivo se accionaba a mano con una cuerda, con lo que los bastones golpeaban el algodón. Este procedimiento llegó a ser empleado en los Estados Unidos al principio de la explotación algodonera.

La invención de la desmotadora mecanizó esta serie de operaciones con lo que se consiguió elevar los índices de producción a tales niveles que supusieron la época de esplendor para el comercio americano del algodón.

Las desmotadoras son de dos clases:

- De sierra para algodones "Upland" de fibra corta: los dientes arrancan las fibras del interior del receptáculo para transportarlas luego a otro en el que se almacenan.

- De rodillo, para algodones de fibra larga, que separa la semilla de las fibras.

Con la mecanización, un operario puede recoger diariamente de 70 - 180 kgs. de algodón.

Una vez desmotado, el algodón se pesa en forma de balas con un peso bruto de 250 kgs. Suelen forrarse con arpillera y atarlas con fleje (tiras de chapas de hierro) alcanzando unas dimensiones de 1,40 m. de largo, 0,70 m. de ancho y 1,15 m. de alto.

ENFERMEDADES DEL ALGODON

1.- Antracnosis del algodón

Causa: *Glomerella Gossypii* (hongo)

Distribución: Frecuente en las zonas húmedas de cultivo algodonerero, principalmente en Estados Unidos, desde la costa atlántica hasta Texas y Oklahoma.

Síntomas y efectos: Se presenta en las hojas en forma de manchas pequeñas redondeadas y bordeadas al principio por un anillo rojizo que luego se forma negro. En el fruto se forman manchitas de aspecto aceitoso; luego profundiza en los tejidos y alcanza las semillas, que se vuelven negras y quebradizas.

Régimen y cuidados: Se aconseja tratar las semillas con un

fungicida adecuado, quemar los rastrojos, efectuar rotaciones del cultivo, defoliar químicamente las hojas inferiores y utilizar variedades resistentes.

2.- Bacteriosis del algodónero

Causa: Xanthomonas malvacearum (bacteria).

Distribución: Muy generalizada en casi todos los países que cultivan la planta.

Síntomas y efectos: Se presenta en las hojas en forma de manchas pequeñas, al principio húmedas y después de color castaño que quedan más o menos aisladas y delimitadas por las nervaduras o "venas" de las hojas.

Régimen y cuidados: Es conveniente tratar la semilla con un desinfectante adecuado. Después de recoger la cosecha se destruirá el rastrojo. Las cosechas pueden contaminarse por la proximidad de un cultivo ya infectado.

3.- Fusariosis del algodón

Causa: Fusarium vasinfectum (hongo)

Distribución: Conocida ampliamente en casi todas las regiones del mundo, donde provoca daños de consideración.

Síntomas y efectos: Las hojas de las plantas atacadas se decoloran, pierden su vigor y se secan. Al cortarse presentan los tallos una coloración parda en la zona de los

vasos. Las raíces ofrecen iguales características. Cuando la enfermedad se halla en un estado avanzado, los tejidos aparecen desorganizados y muestran color pardo oscuro.

Régimen y cuidados: Deben sembrarse variedades resistentes y usarse fertilizantes abundantes. Se recomienda rotar los cultivos con sorgo, cacahuete, maíz y granos pequeños.

4.- T i z ó n

Causa: Nutrición deficiente, en especial carencia de potasa. No parasítica.

Distribución: Ocurrente en zonas excesivamente húmedas.

Síntomas y efectos: Las plantas crecen enanas; las hojas aparecen moteadas de manchas amarillas, que se agrandan y ennegrecen; por fin, la hoja se contrae y desprende prematuramente.

Régimen y cuidados: La fertilidad del suelo requiere especial atención. Se aconseja abono por cosecha, enterrada con aplicaciones de potasa o fertilizantes potásicos.

Propiedades de la fibra de algodón

Las propiedades de que está dotada la fibra del algodón son de diversa índole, como ocurre con todas las demás fibras.

Es una fibra de buena tenacidad en seco, mayor en húmedo y

buena hilabilidad, lo cual, unido a su resistencia a los álcalis, a las altas temperaturas, a la plancha y el encogimiento ante la humedad, la hacen una de las fibras más lavables, siendo, en este sentido, la mejor entre las celulósicas. Tiene una recuperación de humedad moderada y óptima absorbencia que facilitan el tintado y aprestado y favorece la mezcla con fibras hidro-repelentes.

Entre sus desventajas hay que decir que son las típicas de las fibras vegetales: baja recuperación elástica, sensibilidad a los ácidos, facilidad de ser atacada por mohos, poca resistencia a la luz e inflamabilidad.

Las propiedades de la fibra del algodón, como las de las demás fibras, pueden resumirse en dos grupos:

1. Propiedades físico mecánicas.
2. Propiedades químicas.

Propiedades físico-mecánicas

Las diferencias color y longitud de las fibras ya han quedado expuestas al tratar de los caracteres generales del algodón. Las fibras más largas son las más finas y sirven para la fabricación de la urdimbre, mientras que las cortas lo son para la trama.

Según la variedad, la tenacidad del algodón puede variar de 20 g./ds. (Bengala) a 5,5 g./ds. (Sea Island). Crece hasta una HR del 60% y luego se estabiliza y se convierte en indepen-

diente de la humedad ambiente. El aumento de la tenacidad con la humedad se explica por una distribución más uniforme de las fuerzas de atracción; bajo este aspecto, el algodón, junto a las otras fibras vegetales, tiene un comportamiento anómalo respecto a las fibras animales o químicas.

Tenacidad de varios tipos de algodón:

Sea Island	5,5	g./ds.
Alto Egipto	3,9 - 4,4	"
Upland americano	2,8 - 4,4	"
Indio Broach	2,2	"
Indio de Bengala	2,0	"

La recuperación elástica es baja. Ante un alargamiento del 1% recupera el 91% y con uno del 5% sólo recupera el 50%. Baja recuperación elástica quiere decir el mantenimiento de la tensión — sobre las fibras periféricas, especialmente, se traduce esencialmente en alargamiento del 1 - 3% — a diferencia de la vivacidad de torsión que caracteriza a las fibras lanosas. Junto a una baja deformabilidad, la fibra presenta, no obstante poseer sección cintiforme, una cierta rigidez a la flexión que hace que los tejidos de algodón, siendo más flexibles que los de lino, son más rígidos que los de lana, acetato o nylon.

El alargamiento es modesto y está influenciado, además de la naturaleza altamente orientada de las fibras, por la distensión de las circunvoluciones. Estos valores también son variables (entre el 4 al 12%) siendo mayor para el algodón de tallo

largo con una media sobre el 7 - 8%.

La fibra de algodón tiene una buena resistencia al desgaste favorecida por la cohesión del hilado — por las circunvoluciones de las fibras — y también a las flexiones repetidas, mientras otras fibras vegetales, como el ramio, resisten mucho menos la flexión tendiendo a romperse en la elaboración y volviéndose frágiles con el uso. En húmedo, tal resistencia disminuye sensiblemente.

En estas dos propiedades, el algodón es muy superior al rayón aunque inferior a la lana y a las otras sintéticas, lo que ha hecho que los tejidos de algodón hayan sido largamente usados como indumentaria y usos caseros. Esta característica unida a otras (alta tenacidad en húmedo y ausencia de sustancias degradantes en la fibra) hace que el algodón sea una de las fibras de mayor durabilidad.

La resistencia de las fibras del algodón depende:

- De la longitud: las fibras más largas son las más finas.
- Del grado de madurez: el retorcimiento o torsión de las fibras.
- Del diámetro: la resistencia a la rotura.
- Del retorcido debido a la desecación parcial de las fibras.
- De los puntos débiles y de la forma de las extremidades.

La elasticidad de las fibras del algodón depende:

- Del retorcimiento regular de las fibras.

- De la elasticidad propia de la celulosa.
- De la longitud de las fibras.
- De la madurez de la pelusa del algodón.

Respecto a su comportamiento térmico cabe destacar que puede ser trabajado y estirado con altas temperaturas pues la acción del calor se centra en un aumento del ligazón hidrógeno (con el descenso de la recuperación y del hinchamiento); hacia los 140° C. se producen sucesivas oxidaciones por la acción del oxígeno presente y degradación hidrolítica iniciada un poco antes de la temperatura citada.

Hasta los 120° C. el calor no provoca sobre el algodón daños visibles pero ya empieza a aparecer un leve tono amarillento después de 5 h. de exposición; a 150° C. la oxidación inicia la degradación y a 180° C. comienza una pérdida sensible de tenacidad y bastan algunos minutos a 240° C. para provocar su pérdida completa. La presencia del oxígeno y de la humedad favorecen la degradación térmica.

Como las otras fibras celulósicas naturales y artificiales, arde rápidamente en la llama con humo blanco, incandescencia sucesiva y pocas cenizas blanquecinas dejando olor a papel quemado (celulosa).

Por efecto del calor húmedo revela un sensible aumento de la plasticidad, aunque la fibra carece de plasticidad.

Ante la humedad. Después de quitarle al algodón, con el

desengomado, las sustancias cerosas hidro-repelentes, es una fibra hidrófila, bien sea por su porosidad debida a los espacios interfibrilares que le hacen absorber rápidamente vapor y contenerlo por capilaridad, o bien por sus grupos reactivos que se combinan químicamente con el agua haciendo siempre lento el secado de las prendas de vestir de fibra celulósica: es difícil remover el 100 % de humedad de la fibra. Ello hace que el ambientamiento del algodón, a menos que se trate de materiales compactos, requiere poquísimas horas.

Su recuperación de humedad varía desde el 7,5% al 9% según el tipo de algodón siendo inferior a la de las fibras animales y rayón (12 a 16%), pero sensiblemente superior a la de las fibras menos hidro-repelentes, entre las sintéticas, el nylon. La recuperación puede sufrir alteraciones temporales o permanentes por tratamientos térmicos, por atracciones a las que haya sido sometida la fibra temporalmente. Aumentando la recuperación de humedad, la fibra se vuelve más alargable, menos rígida, más plástica y, sorprendentemente, más tenaz; aumenta su propio volumen y su hinchamiento crece con la humedad.

Esto es muy útil para el estampado al vapor al verse favorecida la penetración del color en la fibra.

El hinchamiento también se puede conseguir con ácidos (para aprestos especiales), con sales y con álcalis, como la sosa cáustica que se emplea en el mercerizado, proceso por el cual el algodón bajo tensión se trata con el 20 - 25% de sosa durante 0'5 - 2 minutos a temperatura ambiente y aún ligeramente

superior.

La retención de agua después del centrifugado (o imbibición) se acerca a 92 - 97 gr. de agua/100 de celulosa para el rayon viscosa, a 42 - 48 gr. agua/100 de celulosa para el algodón y 22 - 26 para el acetilado y 10 - 15 para el nylon. En la imbibición, además de hincharse, la fibra tiende a alargarse en medida despreciable (alrededor del 1%).

Aumento del diámetro y de la longitud de las fibras bañadas:

(Según P. BERTOLI)

Fibras	Aumento de diámetro (%)	Aumento de longitud (%)
Rayón viscosa	26	3 - 5
Algodón	14	1,2
Nylon	5	1,2

Resistencia a la intemperie. Después de un cierto período, el algodón almacenado tiende a deteriorarse y sobre todo a amarillear con pérdida de su valor comercial.

Por lo que respecta a la luz, la radiación UV promueve la oxidación de una parte del oxígeno atmosférico con pérdida de tenacidad, elasticidad y amarilleamiento.

Temperatura y humedad elevada favorecen la degradación que puede verse acelerada por otras causas como presencia de metales, blanqueo, algunos colorantes que provocan decoloración y debilitamiento anormal; por el contrario, otras sustancias como

colorantes directos, pigmentos, ácido tánico, etc. tienden a proteger la fibra.

Resistencia biológica. El algodón y las otras fibras celulósicas son las más expuestas al ataque de mohos y bacterias que se desarrollan en el mismo terreno de cultivo; también pueden estar sobre el algodón y encontrar más tarde, en la fábrica, las condiciones adecuadas para su desarrollo. En otros casos, las condiciones de calor y humedad que pueden darse sobre la fibra desde la recogida al almacenamiento, favorecen particularmente el desarrollo del ataque microbiológico, y, como consecuencia, el descolorido y debilitamiento o la destrucción del tejido pudiéndose, incluso, percibir olores característicos. El ataque al algodón ocurre a partir de una humedad relativa del 80%.

Puede ser atacado por termitas pero si va mezclada con lana, queda muy protegido.

El algodón es la fibra vegetal más "dulce", la que se hila mejor. Su higroscopicidad le permite absorber de 8 a 20% de agua. La tasa generalmente de recuperación, es de 8,5%.

El algodón muerto, no llegado a la madurez, no posee canal central; no se tiñe. Bajo la influencia del agua y de ciertos reactivos, el algodón se hincha y adquiere forma cilíndrica.

Composición química. El algodón se compone mayoritariamente de celulosa: de 83 a 92%; el resto es agua, pectina, ácidos grasos, cera y colorante. Pierde alrededor del 5% de su peso al

ser blanqueado.

Resultados medios de análisis de algodones dan lo siguiente, según G. CAPRON:

Componentes	Algodón Americano (%)	Algodón de la India (%)	Algodón de Egipto (%)
Celulosa	91	91,35	90,80
Ceras, grasas	0,35	0,40	0,42
Pectosas	0,53	0,53	0,68
Cenizas	0,12	0,22	0,25
Agua	7,50	7,50	7,85

La mayor parte del algodón natural encierra, generalmente en proporciones variadas, un colorante amarillo o pardusco insoluble en los ácidos, pero soluble en los álcalis y en el alcohol. Este colorante se elimina fácilmente por medio de una prueba de tinte alcalino seguido de un clorado.

La cera del algodón se parece mucho a la cera vegetal que se saca de diversas plantas. La grasa es idéntica al aceite de algodón que se extrae de las semillas. Las cenizas contienen una notable proporción de sales de potasio: carbonato, sulfato, cloruro, sales de cal, magnesio, hierro, etc.

Propiedades químicas del algodón

Acción del calor. A partir de 115° - 120° C., el algodón amarillea; a 180° se vuelve pardo y a 300° se carboniza. El

secado repetido con frecuencia no debilita la fibra en las condiciones normales de trabajo. En una atmósfera cálida y húmeda, de 25 a 40° C., los microorganismos se desarrollan velozmente, sobre todo el algodón crudo y aprestado.

Acción del agua. El agua fría no realiza ninguna acción sobre el algodón, así como tampoco caliente; únicamente se produce un hinchamiento de las fibras. El vapor de agua bajo presión de 3 a 4 kgs. altera la fibra.

Acción de los ácidos minerales. Los ácidos minerales en soluciones diluídas, de 10 a 25 g/l. de baño, no actúan en frío. Pero a continuación de un secado local o bajo el efecto de baños ácidos calientes, la celulosa puede transformarse en hidrocélulosa. Los ácidos minerales concentrados atacan y destruyen el algodón. El ácido sulfúrico a 55° Bé hincha el algodón y el pergamino. El ácido nítrico a 42 - 43° Bé produce un cierto mercerizado y a 48° Bé en frío, se forma la nitrocelulosa. El ácido clorhídrico actúa como el ácido sulfúrico pero menos energicamente.

Acción de ácidos orgánicos. Los ácidos acético y fórmico tienen poco efecto sobre el algodón en soluciones diluídas y en frío. El ácido acético cristalizante y el anhídrido acético, en presencia de un deshidratante, transforman la celulosa en acetocélulosa. Los ácidos cítrico, oxálico y tártrico son más activos que el acético y fórmico; una solución de ácido oxálico al 4 % ya ataca a la fibra hacia los 80° C.

1.3.5. El cáñamo. Botánica. Cultivo. Uso histórico

La planta del cáñamo pertenece botánicamente a la familia de las cannabináceas y se extrae de las fibras liberianas del tallo de la "Cannabis sativa" y está íntimamente relacionada con el lino al ser ambas propias de climas templados; según sus especies, clima y condiciones de terreno, puede alcanzar de 1 a 5 metros de altura.

Crece en climas templados aunque también se cultiva en regiones septentrionales. Se produce en Rusia, Turquía, Hungría, América, España, Francia, Italia y, en pequeñas cantidades, en Alemania (Fuessen, Immetad) y en Suiza (Graubunden). El de mejor calidad procede de Italia y es conocido con el nombre de "Cáñamo boloñés" de fibra larga, fina y muy clara. El ruso es más grosero y corto, de un color que oscila entre el gris oscuro y verdoso.

Botánica del cáñamo

Nombre: Cannabis sativa L.

Familia: Cannabináceas.

Especie: Cannabis sativa. Otras especies: Cáñamo Sunn, Cáñamo de Benarés, de Bengala, de Bombay, de Madrás, Cáñamo Itarsi, Cáñamo Lubblepora.

El cáñamo produce plantas masculinas y femeninas. Las primeras alcanzan un desarrollo de 1'80 a 2'40 m. de altura, mientras que las segundas son más pequeños.

Su imagen microscópica concuerda con la del lino en muchas cosas, igualdad de color entre ellas, aunque las fibras son más bastas que las del lino, si bien más largas y resistentes pero menos brillantes.

Fibra

Las fibras elementales del cáñamo son parecidas a las del lino tanto en sus dimensiones como en la apariencia general. Normalmente se presenta en haces difíciles de disgregar.

Observando su aspecto longitudinal al microscopio, encontramos que da apariencia cilíndrica aplastada. El diámetro es mayor que el del lino lo que significa que la fibra es más gruesa que la de éste, aunque su espesor es irregular; el diámetro es menor del centro hacia los extremos.

Su estructura lineal presenta numerosas uniones, fracturas longitudinales y fisuras dilatadas, cortes transversales, hinchamientos e irregularidades superficiales, más numerosas que en el lino. También sus paredes son más gruesas que las de él. Se observan estrias longitudinales.

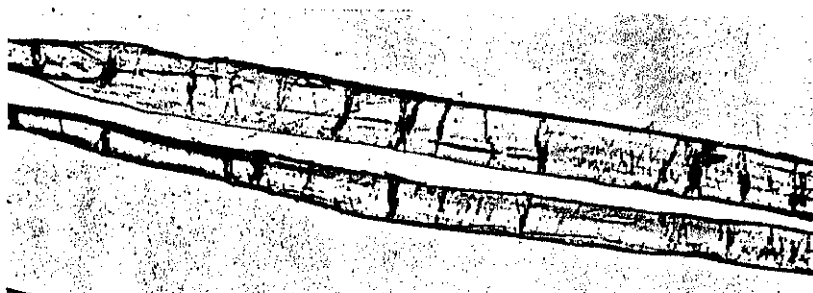


Fig. 17.- Fibra del cáñamo. 180 x
Aspecto longitudinal.

Los extremos de las fibras no son redondeados lo cual, unido al irregular espesor, hacen de estos datos signos útiles para diferenciarla del lino. Los extremos son despuntados y gruesos con ramificaciones frecuentes.

El lumen es normalmente ancho haciéndose como una tira o línea al final; es más ancho que el del lino.

A veces hay pelos adheridos a las paredes de la célula. La lignificación de la fibra cruda es mayor que la del lino.

Las fibrillas externas son las de la pared de la célula y siguen una dirección equivalente a una vuelta en Z/, es decir, en sentido contrario al de las agujas del reloj, lo que da otro dato útil para la identificación de la fibra en el experimento secado-rizado.

La célula

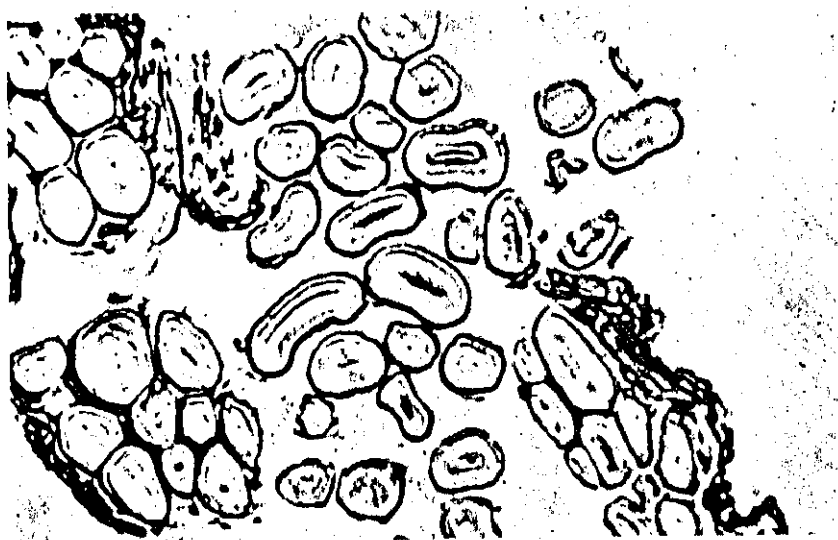


Fig. 18.- Sección transversal 340 x
Forma de células

La fibra del cáñamo está formada por elementos celulares. Las células son polígonos con los ángulos más marcados, a veces aplastados y deformados siendo, entonces, de formas estrelladas. Entre las células hay un lugar intermedio que se vuelve amarillo al ser tratado con ácido sulfúrico o iódico apareciendo el lumen irregular y aplanado.

Vista al microscopio la sección transversal de la fibra, se observan las características siguientes:

- Se presentan en haces como el lino.
- Su forma es de polígono irregular.
- Las fibras aisladas son parecidas al lino con sección poligonal y paredes gruesas.
- El lumen también es similar al del lino siendo frecuente encontrar que aparece como una línea indistinguible. Es mayor que el del lino.

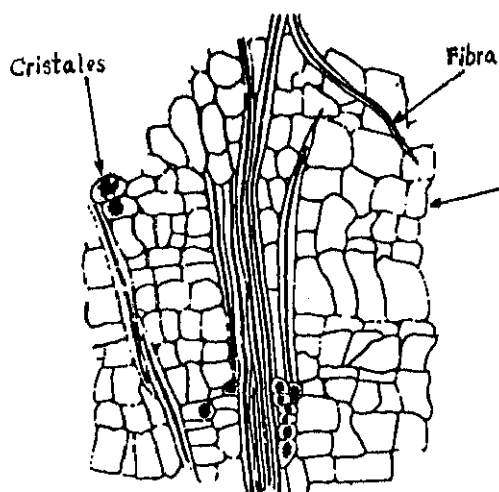


Fig. 19.- Sección longitudinal del tallo del cáñamo.

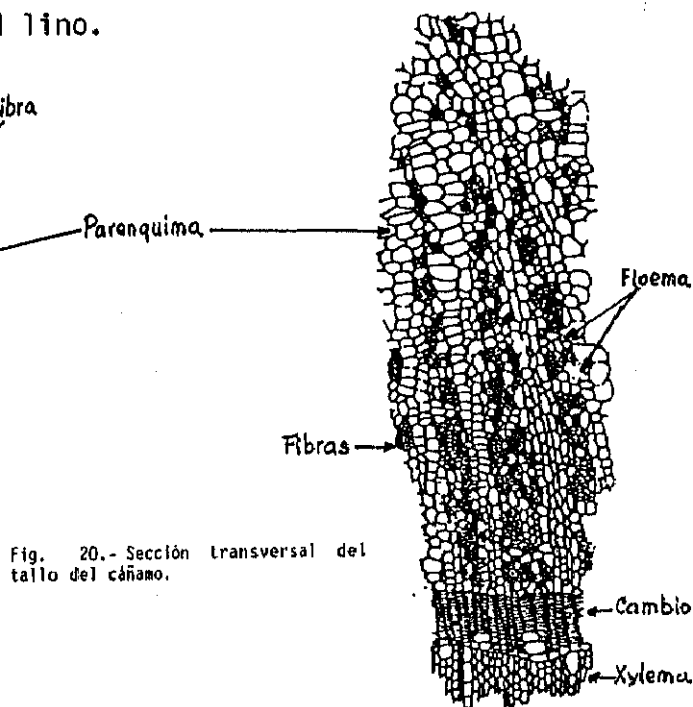


Fig. 20.- Sección transversal del tallo del cáñamo.

Muestran una notable estratificación y las zonas intercelulares contienen vasculosa que llega a impregnar la misma celulosa de la fibra, causa ésta de la apariencia de estratificación de la célula. Examinada con luz polarizada muestra colores muy brillantes. El lumen central es aplastado.

El cáñamo tiene una resistencia extraordinaria y resiste también la putrefacción y las presiones mecánicas haciéndolo muy apto para fines industriales: telas de empaquetar, toldos para automóviles, correas, cordeles y cuerdas de todas clases, redes, tejidos de base para alfombras y elementos para coser la industria del calzado y guarnicionería.

Historia y cultivo del cáñamo

Respecto al proceso seguido para su obtención, recolección y elaboración, es similar al del lino por lo que no ha lugar incidir de nuevo sobre ello.

No solo el lino y algodón son las fibras vegetales usadas para tejer que cuentan con una historia muy antigua, como se desprende de la lectura de los puntos 1.3.1. y 1.3.4., sino que también el cáñamo, al igual que el lino, es una fibra vegetal conocida desde muy antiguo, aunque mucho más moderno. Es de suponer que se cultivara por primera vez en la India no para obtener fibra (como en el lino y algodón) de su tallo, sino una resina que, absorbida por él, así como por las hojas y frutos, contiene el estupefaciente "hachís".

Según dice A. BARELLA MIRO, esta fibra ya era conocida en

tiempos tan antiguos como los prehistóricos en zonas del Lejano Oriente, pues parecen existir pruebas de su uso por los chinos hacia los años 2.300 y 2.200 a.C. en donde tenía usos medicinales empleando extractos de la resina del hachís como medicamento y calmante.

No se han descubierto textiles antiguos del cáñamo ni hay noticias sobre ellos hasta el siglo I a.C. lo que hace suponer que su cultivo como planta textil es tardío, desconocido por las civilizaciones antiguas.

Según Herodoto (484 - 425 a.C.) el cáñamo, considerado como planta de origen escita, fué empleado por los griegos y tracios 500 años a.C. para la fabricación de cuerda y velas para sus embarcaciones.

Datos documentales a los que hace referencia J. ZAHN, indican que en el siglo III a.C., Hieron II, rey de Siracusa, hizo traer de las Galias cáñamo para el cordaje de sus barcos. Es posible que el cáñamo llegara desde el Mar Negro a través de los pueblos celtas llevado allí por los escitas de la India.

Hay un documento del siglo I a.C. que apostilla la utilidad textil del cáñamo y, en los escritos de Cayo Lucio (muerto alrededor del año 100) se menciona una cuerda hecha de cáñamo.

Durante los comienzos de la Era Cristiana el cultivo del cáñamo se extendió por el área mediterránea y más tarde, a lo largo de la Edad Media, hacia el resto de Europa. En Rusia se cultivaba desde tiempos muy remotos.

Los colonizadores europeos lo introdujeron en América, especialmente en Chile y Estados Unidos hace unos 400 años.

1.4. FIBRAS TEXTILES NO NATURALES

Fibras químicas

En el siglo pasado se encontró la forma de disolver la celulosa, por SCHÖNBEIN en 1.846 y, junto al descubrimiento de la manera de obtener hilos sin comienzo ni final por M. OZANAM en 1.862 con su invento de la hilera, dieron lugar al comienzo de la fabricación de las fibras artificiales o semisintéticas.

Se denominan de tal forma aquellas fibras obtenidas por transformación química de productos naturales, como son la celulosa y la proteína, con la particularidad de que en dichos procesos no se destruye de forma apreciable la naturaleza macromolecular de aquéllas. Es lo que ocurre con los rayones obtenidos de la celulosa técnica de la madera, con las fibras de caseína, procedentes de la disolución, precipitación y endurecimiento de las proteínas para la obtención de lanas artificiales.

Ya en el siglo XX, con el descubrimiento de la polimerización química "in vitro" de sustancias de bajo peso molecular, se dió comienzo a la fabricación de las fibras sintéticas. Son el resultado de ese proceso constituido por sustancias de

largas cadenas poliméricas lineales de naturaleza fibrilar, apropiadas para fines textiles por sus características tecnológicas. Fibras sintéticas son, por ejemplo, el nylon, las fibras de poliéster, las acrílicas, etc.

Actualmente estos dos tipos de fibras, las artificiales y las sintéticas, se engloban bajo la denominación común de FIBRAS QUIMICAS. Se obtienen por medio de la manipulación en el laboratorio de sustancias básicas a través de procesos diversos que dan como resultado la fabricación de una fibra textil.

Esta manipulación alcanza niveles diferentes ya que, en algunos casos, se parte de sustancias naturales lo que nos conduce a establecer una primera clasificación de este tipo de fibras llamadas QUIMICAS en términos generales. Así tenemos:

FIBRAS QUIMICAS		
Tipo	A partir de	Nombre
ARTIFICIALES	a) Celulosa técnica que se extrae de la madera y de la paja. b) Desperdicios de algodón llamados "linters" o fibras excesivamente cortas para ser aprovechadas en hilatura.	/ Cuproamoniaca Rayon - Viscosa \ Acetato
SINTETICAS	Reacciones de sustancias de bajo peso molecular por vía puramente sintética.	Poliésteres Vinílicas Nylon Otras

1.4.1. Fibras artificiales: el rayón

Dentro del grupo de fibras químicas artificiales se engloban las denominadas fibras de "celulosa regenerada" ya que se obtienen a partir de la celulosa procedente de dos fuentes distintas, recuperada de una solución de celulosa o de algunos de sus compuestos, bien por precipitación o por reacción química. Se producen reacciones de transformación con una despolimerización baja puesto que se conserva la naturaleza macromolecular inicial.

En la disolución se pierde la estructura fibrilar al interponerse el disolvente en las cristalitas a la vez que se produce un desplazamiento de las macromoléculas. El producto obtenido por medio de la disolución se hace solidificar empleando para ello dos vías diferentes:

- a) Por coagulación
- b) Por evaporación del disolvente.

CRISTALITAS

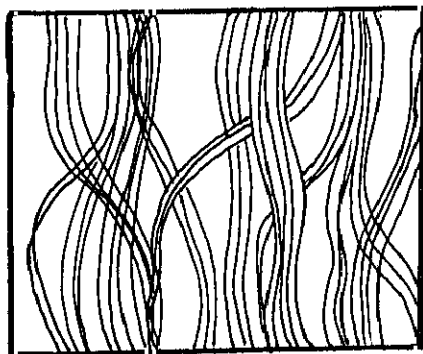


Fig. 21. Cristalitas.- En las fibras de celulosa natural las cadenas lineales macromoleculares están ordenadas más o menos paralelamente formando zonas cristalinas compactas (densidad 1'6) y zonas relajadas (de densidad 1'5) llamadas "zonas amorfas", de menor ordenación. Las zonas cristalinas (70 - 80 % de la fibra) están formadas por la agrupación de 100 - 150 moléculas de celulosa, constituyendo fibrillas primarias llamadas CRISTALITAS, reunidas entre sí constituyendo las "fibrillas."

Este producto formará un conglomerado tridimensional si no se le aplican fuerzas directrices ordenadoras con características mecánicas similares en todas direcciones. Aplicándole esas fuerzas en el momento de suceder la precipitación, se producen desplazamientos del enrejado tridimensional en la dirección de la fuerza ordenadora con lo cual se aumenta el número de puntos paralelos de cohesión, ordenándose parcialmente las cadenas macromoleculares.

La consecuencia final de la manipulación en el laboratorio es la obtención de una fibra textil caracterizada fundamentalmente por dos cualidades:

1. Uniformidad
2. Continuidad

La uniformidad es una peculiaridad propia de este tipo de fibras y, aunque no es total, ya que pueden darse desigualdades en el tamaño o en la sección transversal, sin embargo presentan contornos regulares en su aspecto longitudinal y no suelen tener ni escamas ni nódulos.

En lo tocante a la continuidad, sólo se pierde cuando son cortadas en hebras que hacen más cómoda su manipulación. Por otra parte, este hecho les confiere, de rechazo, otras dos notas propias como son:

- tener los extremos cortados
- poseer una longitud más uniforme

Estas dos propiedades básicas — uniformidad y continuidad — pueden ser modificadas por la industria textil, especialmente la segunda, para producir hebras sin corte.

De la celulosa regenerada se obtiene:

- a) La seda artificial o RAYON, con varios tipos distintos.
- b) Lana celulósica o FIBRANA.

Sintetizando un poco el proceso de fabricación, se pueden precisar varias fases fundamentales como son:

- 1ª Disolución de la celulosa con lo que se obtiene una solución coloidal espesa del producto que posteriormente se va a hilar. Esta preparación requiere cuidados atentos y delicados ya que es necesario que la solución sea muy homogénea evitando cualquier acción mecánica violenta que pudiera alterar su estado de polimerización.
- 2ª Hilatura. El producto ha de madurar para poder pasar a esta fase. La solución coloidal se precipita pasando por orificios finos o "hileras", generalmente de un diámetro de 1/10 mm. Las hileras son tubos de cristal o metal dispuestos paralelamente unos a otros, en número de 18 generalmente. El hilado puede exigir presiones del orden de 25 a 50 kgs./cm².
- 3ª Coagulación del hilo. Al salir de las hileras hay que coagular el producto para lo que se emplean dos procedimientos diferentes:

- Mediante baños apropiados dando "hilatura húmeda".
- Evaporando el disolvente de la disolución en aire caliente lo que da la "hilatura seca".

4ª Torsión. Los 18 hilos producidos son sometidos a torsión para conseguir un hilo o hebra única completamente coagulada y seca con la que se pueden confeccionar ovillos o madejas destinados a ser tejidos. (36)

De los dos tipos de celulosa regenerada, los rayones dan hilos sin fin mientras que en la fibra se cortan en pequeños trozos; luego se utilizan en la industria textil como las demás fibras.

La especie más importante obtenida de la celulosa regenerada es el RAYON, con cuatro tipos distintos:

- Al nitrato: Es la primera seda artificial obtenida por CHAR-DONNET y SWANN, en 1.884.
- Al cobre: De gran finura y alta resistencia mecánica en húmedo.
- Viscosa: Es el más importante y económico en su producción abarcando el 90% del rayón.
- Al acetato: Acetato de celulosa. Se usa como sustituto de la seda natural por sus similitudes en el aspecto externo (la seda natural es de origen proteico). Es el más caro pero el de mejores propiedades para el tinte.

Propiedades del rayón

Como características principales hay que señalar la uniformidad y la continuidad que solo se pierden cuando es cortado en hebras (caso de la fibrana). Otras características dignas de reseñar son:

- No son uniformes de tamaño.
- Difieren en la sección transversal.
- La vista longitudinal da contorno regular.
- Carecen de nódulos, escamas o circunvoluciones.
- Varían poco unos a otros.
- Las hebras difieren de las naturales porque tienen los extremos cortados y su longitud es más uniforme.

Al igual que las demás fibras textiles, tienen unas propiedades físicas y químicas que son determinantes para proceder a su identificación.

PROPIEDADES FÍSICAS, MECANICAS Y QUIMICAS

Las propiedades físicas del rayón son:

Conductibilidad. El rayón de acetato es mal conductor del calor lo que le hace apropiado para la confección de ropas ligeras. Los demás rayones se aproximan al algodón.

Color. El rayón fabricado a partir de la celulosa técnica es blanco-crema, mientras que el obtenido del algodón es blanco azulado.

Brillo o lustre. Los rayones tienen un brillo muy notable. Cuando el hilado tiene lugar en medio húmedo (rayón al cobre o viscosa), el brillo depende del estirado sufrido por el hilo. Para algunos autores es atribuible a su estructura interna (HERZOG) y a la presencia de impurezas sólidas o gaseosas; para MOTTENROTH, el rayón nitrado tiene un brillo metálico chispeante, el de cobre un reflejo vítreo y la viscosa un lustre débilmente argentado. El brillo de la viscosa puede ser atenuado dejando un poco de azufre en el hilo y, en general, el brillo de los rayones puede ser modificado con tratamientos de ácidos fuertes, bases fuertes o algunas soluciones coloidales.

Densidad. Es más fuerte que la de otras fibras textiles (salvo el acetato). Según FOLTZER, el rayón nitrado tiene una densidad de 1'52, el de cobre 1'50 y la viscosa 1'50. HERZOG da las densidades siguientes: (37)

Rayón nitrado	/ Tubize antiguo	1'54
	\ Tubize 1.922	1'56
Rayón de cobre	/ Glanzstoff antiguo	1'53
	\ Bemberg 1.922	1'53
Rayón viscosa	/ Elberfeld 1.922	1'53
	\ Kuttner actual	1'52
Rayón de acetato de celulosa		1'26

Recordemos las densidades de las principales fibras textiles naturales:

Algodón	1'50
Lana	1'34
Seda cruda	1'30 a 1'37
Lino	1'50
Seda curada o lavada ...	1'25

(Densidad es el cociente entre MASA y VOLUMEN de un cuerpo.
Se expresa en g/cm³.

$$\rho (D) = \frac{M}{V} \quad)$$

Las propiedades mecánicas a destacar son el tacto, dulzura, poder cubriente y estructura. Todas ellas dependen de los procesos de hilado (tanto como si incluye o no el estirado), de la rapidez del hilado y de la naturaleza de los baños de precipitación utilizados, datos que pueden ser detectados observando los cortes microscópicos ya que, por ejemplo, el tacto y el poder cubriente del rayón de acetato cuya fibra tiene una sección casi cilíndrica, es totalmente diferente al de la viscosa de sección irregular que da un tacto rugoso y de mayor poder cubriente.

En cuanto a la tenacidad, elasticidad y alargamiento hasta la rotura según OBERMILLER y GOERTZ, considerando la tenacidad de las fibras en estado húmedo como una fracción de esas mismas fibras en estado seco, se obtienen los valores siguientes:

$$\frac{\text{Tenacidad húmeda}}{\text{Tenacidad seca}} \times 100$$

	<u>%</u>
Viscosa	43 - 53
Rayón de cobre	50 - 60
Rayón nitrado	30 - 40
Rayón de acetato	65 - 70
Seda natural	75 - 80

El alargamiento hasta la rotura es de 20 a 27% en seco y de 27 a 36 % en estado húmedo.

El agua, bajo la forma de humedad variable en el aire, el vapor de agua se condensa en gotitas pudiendo producir defectos sobre los hilos en estado tenso.

Hay unas cualidades de los rayones que es necesario destacar porque son muy particulares de estas fibras y es que su longitud es infinita, su elasticidad bastante débil y su finura puede ser comparada a la de la seda natural. Su tenacidad en seco se aproxima mucho a la del algodón y su lustre y limpieza son notables. Su alargamiento es muy grande y regulable a voluntad.

Respecto a las propiedades químicas de las fibras artificiales diremos que:

- Las soluciones alcalinas hirvientes alteran los rayones. El acetato de celulosa se saponifica y la fibra se vuelve mate pudiéndose remediar este inconveniente por la adición de diversas sales (NaCl , Na_2SO_4) o de glucosa en los baños. Las soluciones alcalinas concentradas en frío tienen poco

efecto sobre el acetato de celulosa lo que permite mercerizar los tejidos mixtos de algodón y rayón de acetato. Los baños de jabón a 50 - 60° C se emplean para la limpieza de las fibras.

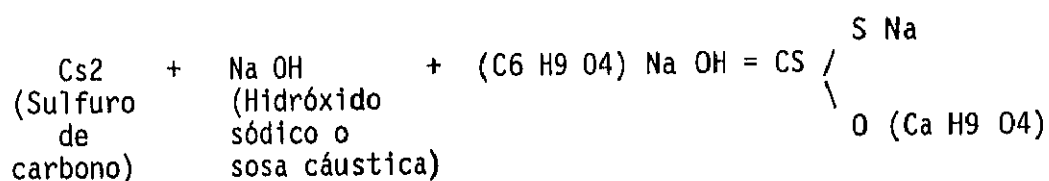
- Las soluciones ácidas diluidas no tienen efecto sobre los rayones. El resto de ácidos minerales u orgánicos sobre las fibras como consecuencia de malos enjugados o secado local, son causa de su debilitamiento (hidrocelulosa), mientras que los ácidos concentrado apergaminan el rayón.
- Las soluciones concentradas de ciertas sales actúan sobre las fibras del rayón mezcladas con cal, talco, óxidos metálicos dejando rugosa la superficie. Esto permite la utilización más fácil de las fibras cuando se hacen tejidos mixtos.
- Con el fin de aumentar la tenacidad del rayón así como la resistencia del hilo al frotamiento durante el tejido, suele ser encolado con frecuencia, por medio de dextrina, gelatina, glicerina, goma arábiga, tragacanto, etc. Para el acetato de celulosa se emplean, además, resinatos u oleatos metálicos disueltos en disolventes orgánicos.
- La acción de los oxidantes — agentes de blanqueo —: hipocloritos de calcio, de sodio, de sosa, agua de Javel, agua oxigenada, etc. actúan sobre los rayones facilitando su transformación en oxixelulosa. Es necesario operar con un control severo sobre los baños de blanqueo y aguas de enjugado para evitar sorpresas desagradables.

EL RAYON DE VISCOSA

1.4.2. El rayón de viscosa

De entre los diferentes tipos de rayón, el más importante es la viscosa. Es celulosa disuelta y después regenerada. Su fabricación se basa en el siguiente proceso:

1º) Obtención de la "celulosa sódica". Se trata de la celulosa técnica o de los linters del algodón con hidróxido sódico (sosa cáustica) concentrado y se basa en la reacción de los álcalicelulosas sobre el sulfuro de carbono que fué descubierto por CROSS, BEVAN y BEADLE en 1.892. El producto de la reacción es xantato o xantogenato de celulosa, base de la preparación de una fibra textil.



El producto obtenido encierra alrededor de un 40 % de celulosa.

El álcalicelulosa es la transformación de la celulosa de la madera o materia prima, blanqueada en hojas espesas que se ponen a remojo en una solución de sosa cáustica al 17 - 18'5 % de Na OH a 15 - 20° C en la que se colocan las hojas de pasta durante 2 a 4 horas, eliminándose la sosa sobrante y exprimiendo las hojas hasta parecer miga de pan dejándola en recipientes cerrados durante 24 a 72 horas a 20 - 25° C Se produce absorción de oxígeno y despolimeri-

zación de la celulosa.

- 2º) La siguiente etapa es el envejecimiento de la celulosa sódica por aire o por calor para despolimerizarla en parte y acortar algo las cadenas celulósicas para poder ser hilada mejor.
- 3º) Formación del xantogenato o xantato de celulosa o sulfuración de la celulosa. Esta, envejecida, se trata con sulfuro de carbono produciéndose una reacción exotérmica. El xantogenato es soluble en Na OH (hidróxido sódico o sosa cáustica) diluído con lo que da una solución coloidal que se va hidrolizando poco a poco y parcialmente, es decir, va "madurando" hasta que da una especie de gel o masa pegajosa llamada VISCOSA que es una mezcla de celulosa y xantogenato no descompuesto.
- 4º) Estiraje o hilado de la viscosa: tiene lugar en húmedo. Se hace pasar el gel a presión por hileras al baño precipitante (hilera húmeda), baños compuestos de ácido sulfúrico y otros compuestos como son el bisulfito de sodio y amonio, glucosa (impide la cristalización de sales en el hilo mejorando su ligereza), con lo que se hidroliza totalmente el xantogenato restante regenerándose la celulosa en forma de hilos.

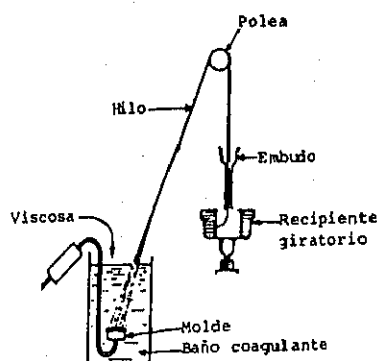


Fig. 22.- Esquema del hilado de la viscosa

Con esta operación se aumenta la solidez de las fibras porque se agrupan paralelamente sus cadenas macromoleculares.

El hilo pasa por una polea que gira a gran velocidad determinando el estiramiento del hilo al pasar por el baño de coagulación. Se enrolla en bobinas siendo entonces lavado con agua, carbonato de sodio, sulfuro de sodio (para eliminar azufre coloidal y neutralizar el ácido sulfúrico retenido) y se vuelve a poner en agua. Se blanquea con hipoclorito sódico muy diluido. Las fibras cortas se preparan como las del acetato de celulosa.

Hay varios factores que pueden influir en las propiedades de los hilos modificándose:

- La temperatura del baño del hilado
- La duración de la inmersión del hilo
- La rapidez de la hilatura

La temperatura debe ser de 35 - 45° C.; la rapidez del hilado de 40 a 60 m./minuto. Si se quiere obtener un hilo muy fino de viscosa, hay que estirar al hacer el hilado.

Las fibras de celulosa regenerada tienen menor densidad y menor resistencia mecánica en seco y en húmedo que las de celulosa natural; sin embargo, tienen mayor alargamiento por tracción y mayor capacidad de adsorción frente al agua y colorantes. La "adsorción" es la concentración sobre la superficie y en el rayón es debido a que en sus fibras el grado de orientación y empaquetamiento de las cristalitas fibrilares es menor

y sus macromoléculas tienen menor grado de polimerización.

celulosa de algodón	=	7.000 - 11.000
celulosa técnica	=	1.000 - 2.000
celulosa regenerada	=	300 - 700

La causa está en las degradaciones experimentadas en la disolución y precipitación de la celulosa nativa.

A causa de la menor longitud de las cadenas macromoleculares en la celulosa regenerada, las fuerzas de cohesión entre ellas están disminuídas siendo así menor la resistencia mecánica de la fibra a la vez que aumenta su poder de adsorción lo que favorece el teñido.

La solubilidad en ácidos, bases y disoluciones de electrolitos salinos y agentes oxidantes, en las celulosas regeneradas es mayor que en la nativa debido a esa menor longitud de las cadenas macromoleculares con lo que se ve favorecida su solvatación y reacción. (La solvatación es un proceso por el que los iones se estabilizan en disolución rodeándose de una esfera de moléculas de disolvente; cuando éste es el agua, la solvatación se llama "hidratación").

Las propiedades químicas de la viscosa son las de la celulosa y son similares al algodón y otras materias celulósicas:

- Las fibras se carbonizan y arden fácilmente con el típico olor a papel quemado.

- Se hinchan en agua y mucho más en soluciones alcalinas moderadamente concentradas que pueden originar cambios permanentes en su aspecto.
- Son atacadas por ácidos y agentes oxidantes pero el ataque ha de ser muy intenso para que produzcan cambios visibles en la forma del material. Los ácidos diluídos no actúan sobre ella, pero puede producirse la hidrólisis de la celulosa al secarse el tejido o los hilos impregnados de ácido. Los oxidantes blanqueadores hay que usarlos con cuidado (hipocloritos, agua oxigenada, peróxidos) para evitar la formación de oxixelulosa.
- Sus disolventes ordinarios son el hidróxido de cuproamonio y algunas soluciones alcalinas como el cincato sódico o el ácido sulfúrico al 60 %.
- La sosa cáustica concentrada en frío merceriza la viscosa y hace disminuir su resistencia y elasticidad.
- Se tiñe fácilmente con colorantes directos, básicos, azoicos.

De las propiedades mecánicas de la viscosa hay que decir que su tenacidad ordinaria es de 1'5 - 2 g./den. en aire seco ($65 \pm 2\%$ HR y $20 \pm 2^\circ$ C.). Su alargamiento es del 20 - 30% siendo alto cuando la tenacidad es poca, cosa que ocurre cuando las fibras se humedecen llegando entonces a la mitad de la tenacidad inicial. Modificando la estructura fina de la fibra durante su manufactura, se puede obtener otros tipos de rayón

de viscosa mejorando sus propiedades mecánicas:

- * Rayón de Lilienfeld coagulando la viscosa en ácido sulfúrico bastante concentrado y consiguiente estirado: da filamentos muy finos con sección transversal circular y gran tenacidad.
- * Por modificaciones o adiciones en los baños de hilado con tres tipos principales con diferencias importantes entre ellos aunque en la práctica sea difícil discernir sus límites. Estas diferencias se centran en:
 - a) grado de polimerización de la viscosa
 - b) fracción de la fibra formada por las zonas cristalinas
 - c) tamaño de los cristales
 - d) forma en que se orientan los cristales
 - e) aspecto microscópico diferenciado

Respecto a su aspecto microscópico, considerando el aspecto longitudinal y la sección transversal se encuentra que:

- a) Aspecto longitudinal. Su diámetro es bastante uniforme con estrías cortas paralelas a los bordes de las fibras. Estas son cortas y los extremos, a veces, están arrugados o retorcidos. Los pigmentos deslustrantes son visibles con un aumento moderado y quizá tapen parcialmente las estrías.
- b) Sección transversal. Es frecuente observar la presencia de dientes o lóbulos separados por muescas profundas cuyos bordes pueden ser ondulados. Los diámetros son aproximadamente iguales aunque a veces se ven secciones más estre-

chas. Es posible distinguir una envoltura y un núcleo interno empleando métodos adecuados de coloración u ópticos.

(En el punto 3.4.4. que trata de la identificación de fibras textiles, se exponen, con la extensión adecuada, varias pruebas destinadas a identificar algunas fibras químicas, las que más directamente relacionadas están con el objetivo de este trabajo. Entre las pruebas de reconocimiento se habla de:

- Aspecto microscópico observando la sección transversal y el aspecto longitudinal.
- Pruebas para fibras termoplásticas a baja temperatura: para Poliéster, Modacrílicas, Cloruro de polivinilo, Nylon, Poliuretano, Elastómero.
- Uso de reactivos.
- Pruebas específicas para Algodón y Celulosa regenerada o Viscosa).

1.4.3. Los acetatos de celulosa

Los acetatos de celulosa fueron descubiertos por SCHUTZENBERGER en 1.869 que los preparaba calentando en un tubo cerrado a 150° C, celulosa con anhídrido acético. Continuaron su estudio FRANCHIMONT seguido de CROSS y BEVAN que, a partir de 1.890, previeron su empleo para la fabricación de una fibra textil artificial. Posteriormente, CLEMENT y RIVIÈRE impulsaron su desarrollo industrial utilizándolo para la confección de barnices para telas de avión.

La celulosa se acetila con anhídrido acético en presencia de un catalizador ($ZnCl_2$, SO_4H_2 , $HClO_4$) y de un diluyente que facilita la penetración de los reactivos en el interior de la fibra. El diluyente más utilizado es el ACIDO ACETICO que disuelve el acetato formado — acetilación en medio homogéneo — o un precipitante del acetato de celulosa — benceno o tetracloruro de carbono — que conserva la estructura fibrosa o acetilación en medio heterogéneo.

La materia prima generalmente es pasta de madera de gran porcentaje en celulosa - \propto (94 - 99%) ya que la acetilación es una reacción que provoca una degradación muy fuerte de las cadenas celulósicas. Para fines textiles es necesario que la polimerización sea del grado de 500 con el fin de obtener propiedades mecánicas convenientes.

Entre las propiedades de los acetatos de celulosa cabe destacar que son sólidos blancos cuando han sido preparados en

medio homogéneo; tienen estructura fibrosa si provienen de una reacción en medio heterogéneo. Tiene densidades variables de 1'2 a 1'35. Son electrificables por frotamiento y calentados con aire, son estables hasta cerca de 200° C pero se descomponen en seguida y se carbonizan a los 250° C. Son insolubles en el agua y bajo la acción del agua caliente o del vapor de agua, sufren una desacetilación parcial. Su solubilidad en los disolventes orgánicos depende de su porcentaje de acetilación y de su grado de polimerización.

Las aplicaciones más importantes de los acetatos de celulosa son para la fabricación de materias plásticas, películas de acetato de celulosa (para embalajes protectores), películas fotográficas, barnices de acetato de celulosa y fibras textiles.

La utilización del acetato de celulosa como materia textil se remonta a los trabajos de CROSS y BEVAN, junto a MILES más tarde. Se parte del acetato secundario (tiene un 53 - 56% de ácido acético combinado frente al primario que lo tiene del orden del 62'5%) con 54% de ácido acético combinado disolviéndolo en acetona que contiene un poco de agua (2 5%) o una mezcla de acetona-alcohol (80 y 20% respectivamente) obteniéndose un colodión con un 20 - 25% de acetato de celulosa que se deja en reposo para favorecer la evaporación filtrándose posteriormente.

El estiramiento del colodión da un hilo cuya solidificación se produce por evaporación del disolvente o estiramiento en

seco.

El colodión se distribuye por bombas volumétricas en los moldes de múltiples agujeros de un diámetro de algunas centésimas de milímetro, generalmente 5/100 a 10/100 mm.; los hilos caen en una cámara vertical de 4 a 6 m. de alto y diámetro de 30 a 40 cm., calentada exteriormente en la parte inferior y recorrida de abajo arriba por una corriente de aire caliente a 50-70° C que arrastra el disolvente. En el curso del hilado los hilos sufren un estiramiento que paraleliza las moléculas y mejora las cualidades mecánicas. El grosor suele ser de tres deniers. (Ver cap.III "ESTUDIO CIENTIFICO DE LOS SOPORTES TEXTILES")

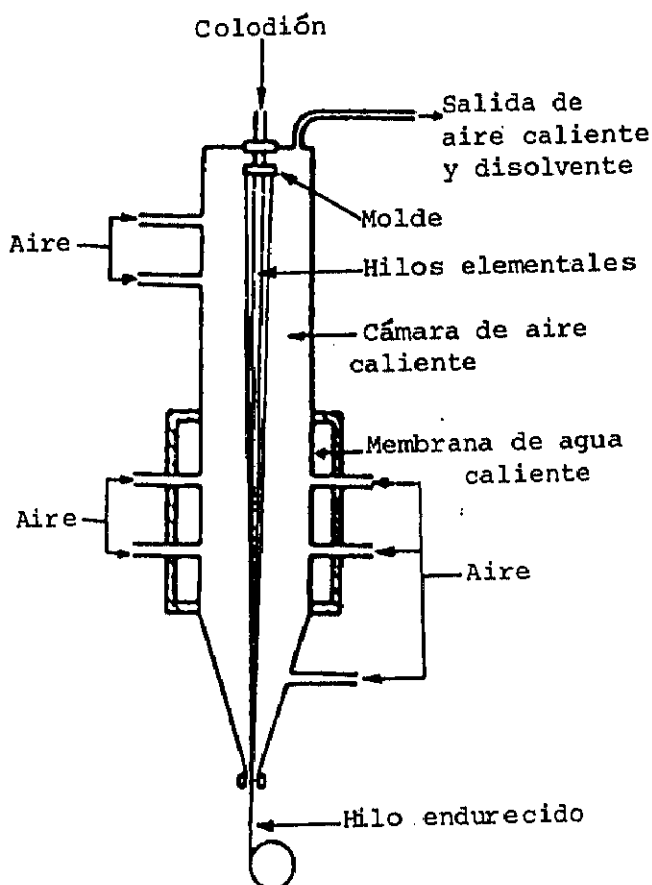


Fig. 23.
Esquema del hilado de acetato
de celulosa (Sociedad Rhodia-
cética)

Se reúnen en la parte inferior de la cámara en un hilo múltiple que no presenta más que una débil torsión y cuyo

grosor es de 35 a 300 deniers; estos hilos son retorcidos posteriormente a razón de 150 a 300 vueltas por metro.

Las fibras de acetato de celulosa tienen una tenacidad de 25 a 30 kg./mm². con un estiramiento en la ruptura del 25 - 30%. Mojadas, su tenacidad desciende hasta 10 kg./mm². y su estiramiento va del 30 al 40%. La absorción de agua es menor que en la viscosa: 6'5% a 20° C en una HR del 65%.

Son fibras de aspecto brillante que pueden hacerse mates introduciendo en el colodión antes del estirado, pigmento blanco o coloreado en granos muy finos, como sería el caso del dióxido de titanio.

UNA CUESTION IMPORTANTE SOBRE LA ALINEACION DE LAS MOLECULAS

Hay un punto acerca de la estructura de una fibra textil que resulta de interés. Las fibras son proporcionalmente más fuertes según el grado al que las moléculas de larga cadena estén alineadas paralelamente unas a otras y a la longitud de la fibra. En el caso de fibras naturales las moléculas de larga cadena están principalmente dispuestas de esta forma. Sin embargo, en la fabricación de fibras artificiales a veces es difícil asegurar ésto en las fibras recién formadas. Estirándolas posteriormente se puede obtener una alineación mucho mejor y así la resistencia de las fibras puede aumentar. Hoy en día se están elaborando algunas fibras de rayón muy firmes y resistentes aplicando procesos de estiramiento a las fibras más débiles formadas inicialmente.

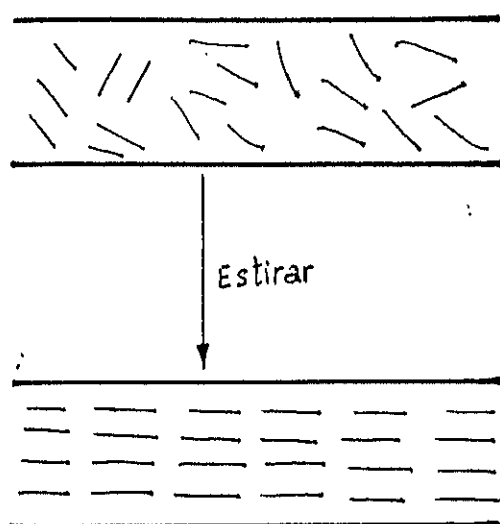


Fig. 24

Diagrama de una alineación aumentada de las cadenas moleculares dentro de una fibra textil que se produce por estiramiento. Tal estiramiento proporciona a las fibras mayor tenacidad y menor extensibilidad.

Con esta alineación especial de las moléculas de larga cadena, las fibras se vuelven menos extensibles y a veces, incluso, quebradizas, así que, generalmente, hay que llegar a un compromiso. El estiramiento se lleva a cabo hasta un punto en el que se asegura un adecuado aumento de resistencia y la extensibilidad de la fibra no resulta tan disminuída como para prevenir que la fibra pase satisfactoriamente por los procesos de fabricación mediante los cuales son convertidas más tarde en hilo o tejido y durante los cuales son, con frecuencia, sometidas a tensiones considerables y variables.

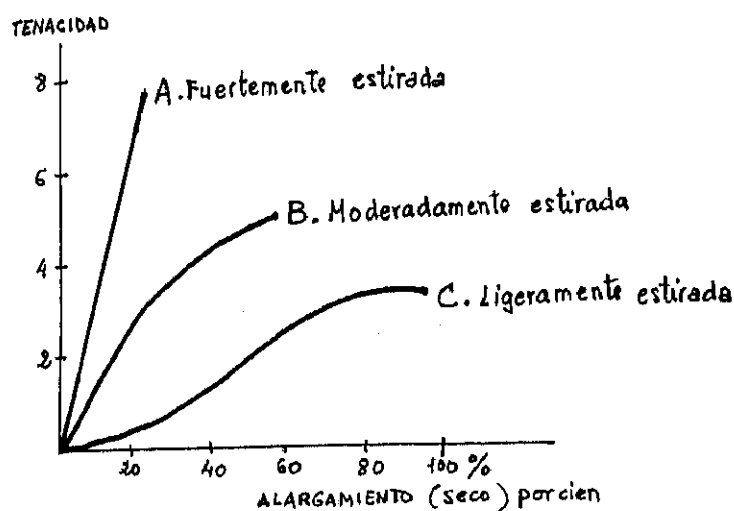


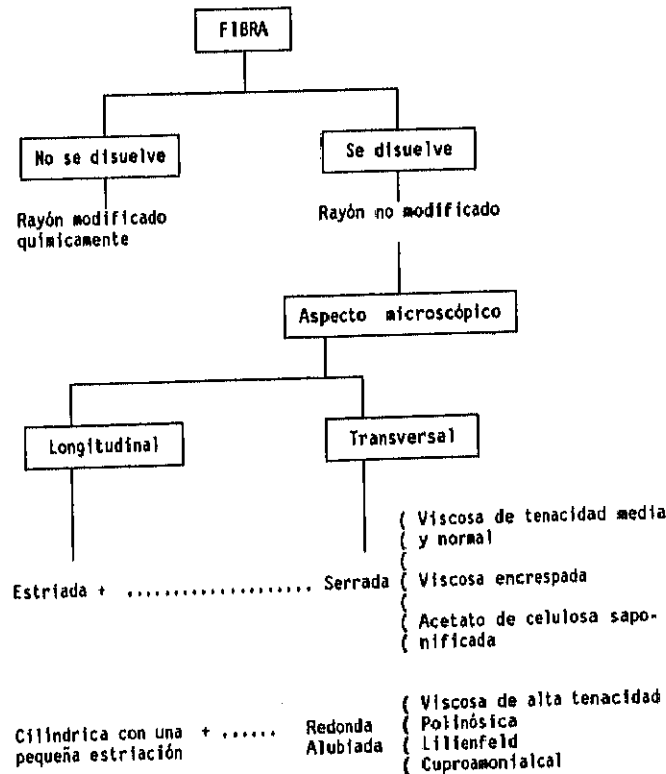
Fig. 25
Estirado de fibras sintéticas

En la Fig. 25 se indica cómo el grado de estirado de una fibra sintética (polipropileno), aumentando la orientación de las moléculas de la fibra paralelas a su longitud, produce una fibra que es más fuerte pero menos extensible:

- A) fuertemente estirada
- B) moderadamente estirada
- C) ligeramente estirada

EXAMEN DE CELULOSA REGENERADA

Tratar con hidróxido de cuproamonio en el portaobjetos y ver al microscopio. Los resultados serán:



1.4.4. Fibras sintéticas

Las fibras sintéticas comprenden todas las fibras que el hombre crea partiendo de sustancias elementales relativamente simples, sin intervención de la naturaleza ya que no precisan de ninguna polimerización precedente realizada en ella pues lo hacen ellas mismas (el rayón, por ejemplo, no cumple esta norma pues hay polimerización natural anterior a la intervención humana).

Tienen su origen en reacciones a partir de sustancias de bajo peso molecular por vía puramente sintética produciéndose su manipulación en laboratorio. Junto con las fibras artificiales — o regeneradas — reciben la denominación general de fibras químicas.

Las fibras sintéticas son termoplásticas y su empleo se extiende a varias ramas industriales, además de la textil. En la fabricación de fibras sintéticas sólo son apropiados los altos polímeros lineales o poco ramificados, adecuados para ser hilados. Pero como las fibras textiles, deben reunir una serie de características como elasticidad, alargamiento, facilidad de ser teñidas, estabilidad ante agentes químicos, atmosféricos y biológicos, resistencia a la tracción, al plegado y al roce, no todos los polímeros lineales son adecuados para este fin.

La primera fibra sintética fué obtenida por STAUDINGER en 1.927, estirando polioximetileno reblandecido por el calor en forma de hilos, producto que resulta de la polimerización del

folmaldehído y está formado por cadenas macromoleculares lineales agrupadas paralelamente al eje de la fibra, aunque no es apropiado para fines textiles. El grado de polimerización de las materias termoplásticas ha de permanecer dentro de ciertos límites que no deben ser sobrepasados porque, en caso contrario, se pierden las cualidades textiles: pueden resultar inelásticas, poco resistentes, difíciles de elaborar, etc.

Principalmente comprenden:

- Poliamidas
- Poliésteres
- Vinílicas
- Poliuretanos
- Nylones
- Acrílicas
- Modacrílicas
- Fluorocarburos
- Clorofilas
- Otras

Suelen ser denominadas con el apelativo de "no celulósicas" ya que también comprenden fibras proteicas artificiales pero excluyendo la fibra de vidrio.

Polimerización

El proceso de polimerización para la puesta a punto de la materia prima de la que se hilarán después las fibras sintéticas puede devenir por:

- a) Condensación, cuando la unión de las moléculas de dos grupos funcionales va acompañada de la eliminación de moléculas simples (agua, alcohol). Es el caso de los polímeros usados para fibras poliamídicas, poliésteres.
- b) Adición cuando la unión de cada una de las moléculas que forman las macromoléculas lineales ocurre sin eliminación de átomos o grupos atómicos. Esto ocurre en el caso del cloruro de vinilo usado para la fibra móvil. Otro ejemplo lo constituye el Polieteno y Propileno.

Existen polimerizaciones por adición en las que dos diferentes monómeros se combinan entre ellos para originar una cadena conteniendo entre ambos la unidad originaria; a los polímeros relativos se les denomina copolímeros. Un ejemplo: las fibras acrílicas se obtienen de un copolímero formado por acrilonitrilo y otro monómero vinílico.

Una característica especial de estas fibras es que después del proceso inicial de extrusión (o hilatura) necesitan un pequeño alargamiento destinado a incrementar la orientación de la estructura molecular de la fibra, con lo que aumenta su tenacidad.

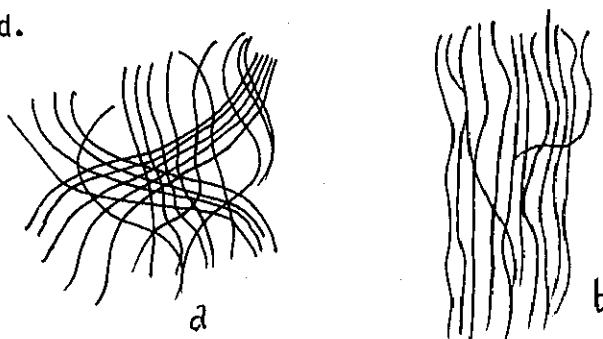


Fig. 26.- Grado de orientación de las moléculas lineales antes a) y después b) del estirado en frío

A consecuencia del estirado y tensión a que son sometidas durante su fabricación, las fibras sintéticas presentan zonas amorfas y zonas cristalinas formadas por la agrupación paralela de las macromoléculas lineales orientadas por las fuerzas directrices siendo las cristalizadas las que dan consistencia a la fibra; el mayor número de puntos de contacto de los segmentos macromoleculares paralelos, determina su mayor cohesión y, por consiguiente, harán mayor su resistencia a la rotura y a la tracción.

Hay varios procedimientos para fabricar fibras sintéticas:

1. Con los polímeros solubles en agua o en disolventes orgánicos se puede:
 - Hilar en seco
 - Hilar en húmedo (como las regeneradas)
2. Con los polímeros solubles se fabrican:
 - por hilado en fusión haciendo pasar la masa fundida por orificios apropiados.

Posteriormente y para eliminar las tensiones internas de las fibras que pueden producir encogimientos, son sometidas a "termofijación", operación consiste en someter los hilos — en seco o en húmedo — a la acción del calor durante 1 a 3 minutos con lo cual los enlaces intermoleculares en tensión, se escinden y las moléculas adquieren una posición normal (por deslizamiento).

Son tres las formas de obtener las fibras sintéticas:

- Polimerización: Acrílicas. Olefínicas. Tetrafluoretileno. Vinílicas. Copolímeros.
- Policondensación: Poliéster. Poliamida.
- Poliadicción: Polioximetileno. Polioxietileno. Poliuretano.

Desde el punto de vista textil, las más importantes son las acrílicas, poliamídicas y poliéster. Las materias primas que sirven de base a la fabricación de fibras sintéticas son:

CARBON - PETROLEO - GASES NATURALES

de donde se obtienen los monómeros que sirven de punto de partida para los diferentes procesos.

Todas admiten agentes deslustrantes añadidos al polímero antes de la extrusión pudiéndose controlar su contenido a fin de obtener diversos grados en la calidad mate que viene determinada por los términos "semi-mate", "mate" y "extra-mate".

Se pueden colorear aunque no todas responden igual al proceso que conlleva algunas variantes, según la fibra.

Son resistentes a los ataques de organismos biodegradantes, especialmente los mohos y bacterias pudiéndose eliminar, en el caso de ser detectada su presencia, con un simple lavado porque solo están en la superficie adheridos a los aprestos u otros materiales de acabado.

1.4.5. El poliéster

De entre todas las fibras sintéticas veamos brevemente algunas cuestiones que se refieren a las de poliéster por ser una de las fibras que interesa, ya que mezclada con otras, puede formar parte de los hilos componentes de telas usadas para pintar.

La materia base son policondensados termoplásticos lineales formados a partir de un ácido dicarboxílico y un dialcohol de cuyo mecanismo puede decirse que consiste en la "condensación reiterativa de los monómeros bifuncionales", tal como los define Julián MARTINEZ DE LAS MARIAS, en "Química y física de las fibras textiles", prosiguiendo la condensación hasta que se consuma totalmente el monómero presente en menor cantidad. (La condensación es una reacción en la que dos reactivos orgánicos se combinan con eliminación de una molécula pequeña, generalmente agua o amoníaco).

Los poliésteres lineales fueron obtenidos por primera vez por CAROTHERS en 1.932, a partir de ácidos dicarboxílicos alifáticos y dioles, de escasa aplicación técnica pues era fácilmente saponificable.

Otros investigadores, con sucesivas manipulaciones de las materias básicas, han dado como resultado la existencia de una gran variedad de fibras sintéticas con distintas características unas de otras.

Se hilan por fusión dando filamentos suaves, sin estrías y sección transversal circular. Su propiedad más destacable es la alta birrefringencia que supera a la de cualquiera otra fibra.

Las fibras de poliéster son elásticas y muy resistentes a la tracción y al roce, muy estables a la luz, a los ácidos, a los oxidantes y disolventes. Todas tienen gran resistencia a la acción del calor seco, a los microorganismos y son tan resistentes frente a las bases que cuando están concentradas y en caliente, saponifican el poliéster. Son fáciles de lavar y secan con rapidez. Pueden ser empleadas solas o con mezclas como:

Poliéster 35 - 40% de lana

Poliéster 25 - 50% de algodón

De sus propiedades químicas hay que decir que son fibras insolubles al ácido fórmico frío, al ácido sulfúrico frío al 80 % y fosfórico concentrado a ebullición. Solubles en sulfúrico a ebullición del 80%. Ante los álcalis varía su comportamiento pues depende de las condiciones: si son suaves sufren solo un ataque ligero pero a presión y ebullición prolongada al 1% (o más) en solución de hidróxido sódico, se hidrolizan poco a poco pudiendo llegar a disolverse del todo.

Los disolventes orgánicos tienen poco poder sobre estas fibras. Se disuelven en O-clorofenol caliente y m-cresol caliente. Algunos fenoles, mezclas de fenoles e hidrocarburos clorados, causan hinchamiento o disolución.

Son difíciles de colorear para lo cual hay que emplear colorantes diluidos a altas temperaturas no siendo válidos para el poliéster los colorantes utilizados normalmente para la identificación de fibras.

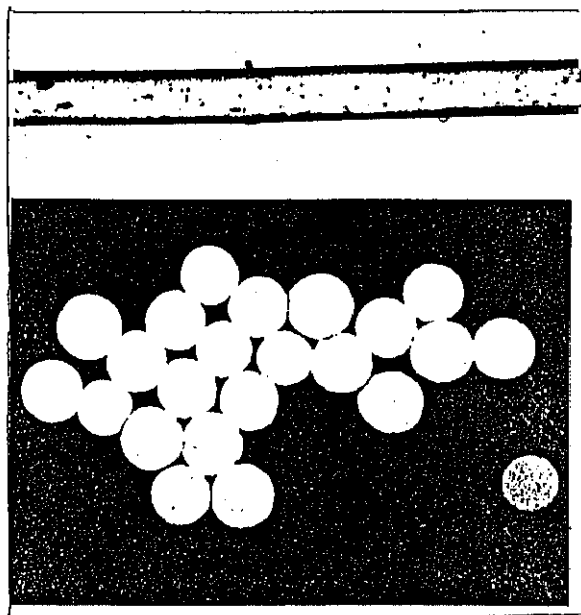
Las propiedades especiales de las fibras sintéticas

Las composiciones químicas de las fibras sintéticas varían considerablemente pero todas ellas se parecen entre sí respecto a tres propiedades muy importantes:

- 1) Una tendencia a debilitarse a temperaturas elevadas y convertirse en termoplásticas.
- 2) Una disminución de la estabilidad estructural interna de tal forma que las fibras tienden a contraerse longitudinalmente resultando de su calentamiento a altas temperaturas en estado húmedo o seco cuando son expuestas a sustancias capaces de hincharlas bajo temperaturas ordinarias.
- 3) Tienen una afinidad muy baja con la humedad que se correlaciona con una afinidad correspondientemente pequeña con la mayoría de los tintes solubles en agua que son de uso común para teñir otras fibras textiles.

He aquí un compendio de las características de estas fibras químicas que se han visto de forma especial por estar presentes en las telas estudiadas:

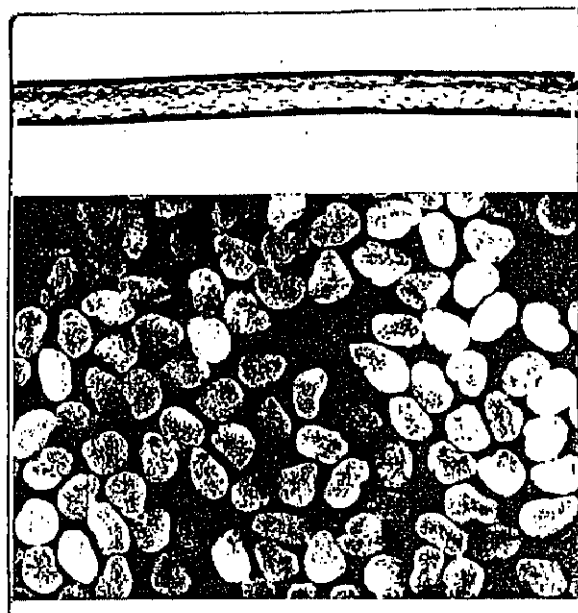
FIBRA	Resistencia	Poder de absorción	Inflamabilidad	Resistencia a humedad y lavado	Características especiales
<u>ARTIFICIAL:</u> VISCOSEA	Regular	Muy bueno	Elevada	Mediana	Suave, se arruga
<u>SINTETICA:</u> POLIESTER	Muy buena	Débil	Mediana	Muy buena	Suave. Conservación fácil. Inen- cogible. Imputres- cible. Ligera. Se seca rápidamente y se carga con - electricidad está- tica.



Poliéster (tipo terylene). 750 x

Arriba.- Aspecto longitudinal del filamento de un hilo.

Abajo.- Sección transversal; bor- des lisos.



Rayón de viscosa polimérica o de alto módulo de humedad: 750 x

Arriba.- Aspecto longitudinal, granuloso.

Abajo.- Formas redondas alubia- das.

CLASIFICACION DE LAS FIBRAS TEXTILES

NATURALES Polímeros naturales			QUÍMICAS									
			ARTIFICIALES A partir de polímero naturales				SINTÉTICAS Polímeros sintéticos de condensación o de adición					
ANIMALES	VEGETALES	MINERALES	CELULOSA REGENERADA (Rayón)	ESTERES DE CELULOSA	PROTEÍNA REGENERADA (Azlon)	DIVERSAS	POLIAMIDAS	POLIESTERES	DERIVADOS DE VINILO	POLIOLEFINAS	POLIURE- TANOS	DIVERSAS
<p>LANA Y PELOS:</p> <p>Alpaca Angora Cachemira Camello Conejo Llama Mohair Vicuña etc.</p> <p>SEDA NATU- RAL:</p> <p>Bombyx mori Tussah etc.</p> <p>(1)</p>	<p>FIBRAS BASTAS:</p> <p>Cáñamo Kenaf Lino Ramio Yute etc.</p> <p>FIBRAS DE HO- JAS:</p> <p>Abacá Esparto Pita Sisal Tampico etc.</p> <p>FIBRAS DE SE- MILLAS:</p> <p>Algodón Kapoc Galgol Beaumontia Balsa etc.</p> <p>FIBRAS DE FRUTOS:</p> <p>Coco Piña Madrás etc.</p>	<p>AMIANTO</p> <p>ASBESTO</p>	<p>Viscosa</p> <p>Cupramonio</p> <p>Esteres de celulosa sa- ponificados</p> <p>Nitrocelulo- sa</p>	<p>Acetato secundario</p> <p>Triacetato</p>	<p>Caseína</p> <p>Cacahuete</p> <p>Maíz</p> <p>Diversas</p>	<p>Alginato</p> <p>Caucho</p> <p>Silicato</p>	<p>Poliamida 6 (Nylón 6)</p> <p>Poliamida 66 (Nylón 66)</p> <p>Poliamida 11 (Nylón 11)</p> <p>Otras polia- midas</p>		<p>Poliacriloni- trilo</p> <p>Cloruro de po- livinilo</p> <p>Alcohol de po- livinilo</p> <p>Fluorocarbo- nos</p> <p>Nitrilo</p> <p>Poliestireno</p> <p>Modacrílicas</p> <p>Acetato de po- livinilo y co- polímeros</p>	<p>Polietileno</p> <p>Polipropile- no</p>	<p>Normal</p> <p>Segmentado (Spandex)</p>	<p>Vidrio</p> <p>Cerámicas</p> <p>Metálicas y metali- zadas</p> <p>Poliurea</p> <p>Policar- bonato</p>

(1) La presente clasificación de las fibras textiles corresponde al cuadro que aparece en "Manual práctico de fibras", de P. BIGORRA LLOBET, L.C.Q.

Como complemento al mismo, ver también el cuadro de la pag. 52.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS AL CAPITULO I

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS AL CAPITULO I

- (1) BARELLA MIRO, A.: "Una aproximación a la historia de la técnica del textil y de la confección"
Ed. COSTURA-3, Barcelona
Fasc. 40 (1981) al 55 (1982)
- (2) ZAHN, J.: "Historia del traje"
Ed. Zeus
Barcelona, 1966
- (3) BARELLA MIRO, A.: Op. cit.
- (4) ZAHN, J.: Op. cit.
- (5) BARELLA MIRO, A.: Op. cit.
y LEWIS, E.:
- (6) LANDI, S.: "The Textile Conservator's Manual"
Ed. Butterworths, pág. 5
- (7) PERTEGATO, F.: "Restauro dei materiali tessili" en NOTIZIE CISST Anno III, marzo 1.982, cita como fuentes a MORTON W.E. y HEARLE J. W.S. "Physical Properties of Textile Fibers", London 1962.
- (8) MARTINEZ DE LAS MARIAS, P.: "Química y Física de las fibras textiles"
Ed. Alhambra, S.A.
Madrid, 1976 P'AG p-2.

- (9) DEPARTAMENTO DE EDUCACION DE PENTON "Nociones fundamentales sobre plásticos.
Ed. MARYMAR, Buenos Aires, 1969. 1ª edición en castellano 1975. Traducido por Daniel Landes
- (10) WATSON, A.J. "Chemical degradation of cellulosic materials" en CONSERVATION IN AUSTRALIA.
Proceeding of the ICCM National Conference. Canberra, 1976.
- (11) CAPRON, Gustave. "Technologie chimico-textile"
Tomo I - 2ª ed. 1947 - pág. 10
- (12) id. id. Op. cit.
2ª edición 1947 - pág. 12
- (13) id. id. Op. cit.
- (14) id. id. Op. cit.
- (15) id. id. Op. cit.
- (16) J.W. RICE: "Principiipes of Textile Conservation, Science. Nº IV. The Conservation of Historie Textile Colorants"
TEXTILE MUSEUM JOURNAL. vol. 1, n. 2. Dec., 1963,
DIEHL, J.M. "Natural Dyestuffs"
J.E. LEENE TEXTILE CONSERVATION, London 1972.

- LEGGET, W.L.: Ancient and Medioeval Dyes. New York, 1944
- (17) LANDI, S.: "The Textile Conservator's Manual".
Ed. Butterworths
- (18) WATSON, A.J.: "Chemical degradation of cellulosic materials"

Conservation in Australia, ICCM National Conference
Canberra, May 1976
- (19) H.J. PLENDERLEITH: "La conservación de antigüedades y obras de arte"

Ed. ICCR, Madrid 1956 pág. 126
Cita como fuente, además de la autora mencionada a
- HARRISON, L.S.: "Report on the Deteriorating Effect of Modern Light Sources".

Metropolitan Museum of Art, New York, 28, N.Y. 1953
- (20) G. THOMSON: "The Museum Environment".
London 1978.

"Deteriorating Effect of Modern Light Sources". ICCOM Committee nº 10 on mUseum Techniques Conference, Stockholm 1950
- (21) PERTEGATO, F.: cita como fuente a:

E.R. BEECHER: "Aspects of Protections from Light and Methods of Reinforcement" en IIC-1964 Delft Conference"

- (22) *id.* *id.* cita como fuente a:
T.L. VIGO: "Preservation of Natural Textile Fibers. Historical Perspectives"
En J.C. Williams (ed.) "Preservation of Paper and Textiles of Historic and Artistic Value". Washington, 1977
- (23) *id.* *id.* Op. cit.
- (24) *id.* *id.* cita como fuente a:
J. W. RICE: "Principles of Textile Conservation Science".
N. IX How Humidity May Affect Rug, Tapestry and Other Textile Collections en "Textile Museum Journal" vol. 2 n. 3 Dic. 1968
- (25) *id.* *id.* Mismo autor cita:
G. THOMSON y H. J. HEXC: "Biodeterioration of Textiles and its Prevention".
En "IIC- 1964 Delft Conference"
- (26) **WATSON, A.J.:** Op. cit.
- (27) **LUCIANI, Roberto:** "Il restauro. Storia. teoria. Technique. Protagonisti"
FRATELLI PALOMBI EDITORI. Roma 1988.
Cap. 65 pp. 105-106
- (28) **PERTEGATO, F.:** Cita como fuente a:
A.J. HALL: "The Standard Handbook of Textiles".
London 1975. Da un cuadro de la situación en las mayores ciudades europeas.

J.B. HUPHAM y V.S. SALVIN: "Effect of Air
Pollutans on Textile Fibers and Dyes"
Resarche Triangle Paerk. N.C. 1975

- (29) WATSON, A.J.: Op. cit.
- (30) ALFARO GINER, L.: "Tejido y cestería en la Península Ibérica"
Ed. Instituto Español de Prehistoria
Madrid, 1984 - p. 53
- (31) id. id. Op. cit.
- (32) BOGLE, M.: "Technical data on linen"
En "Museum" 1979, 3, 28 CM
- (33) id. idm Op. cit.
- (34) ZAHN, J.: "Historia del tejido"
Ed. 2 EMS
Barcelona, 1966
- (35) id. id. Op. cit.
- (36) En la obra "Technologie chimico-textile", de Gustave CAPRON,
se encuentra una relación de autores básicos para conocer los
procesos de fabricación, historia y propiedades de los rayo-
nes. Son los siguientes:
- CHAPLET et ROUSSET: "Les succédanés de la soie"
Gauthier-Villards. París 1909
- FOLTZER: "La soie artificielle et sa fabrication"
1910

- CLEMENT et RIVIERE: "Matières plastiques et soies artificielles"
1926. Baillière, Paris
- HOTTENROTH: "Die Kunstseide"
1926
- WHEELER et TATU: "La soie artificielle"
1930. Dunod
- H. de LEEUW: "Les soies artificielles"
1932. Ch. Béranger
- MORTGAT: "La fabrication de la rayonne par le procédé Viscose".
1932. Ed. Textile
- (37) CAPRON, G.: "Technologie chimico-textile"
Pág. 93

C A P I T U L O I I

EL MATERIAL TEXTIL CONSIDERADO COMO SOPORTE DE PINTURA

CAPITULO II

EL MATERIAL TEXTIL CONSIDERADO COMO SOPORTE DE LA PINTURA

2.- EL HILADO Y SU PROGRESIVA MECANIZACION

Para conseguir la elaboración del producto final llamado TEJIDO, es preciso cumplimentar una serie de etapas o fases — sin olvidar el estudio inicial como sería el cultivo, recolección, etc., del que se trata en otro momento — siendo la inmediatamente anterior el HILADO.

Según el diccionario de la Lengua, "hilar" es: "reducir a hilo el lino, cáñamo, lana, seda, algodón, etc.". El término HILO viene definido como "hebra larga y delgada que se forma retorciendo el lino, lana, cáñamo u otra materia textil".

Las fibras naturales, vegetales o animales, poseen escaso tamaño y reducida longitud, así como su elasticidad es prácticamente nula en su estado natural. Es necesario unir varias de ellas por medio de un procedimiento mecánico consistente en un proceso de rotación sobre sí mismas para conseguir el hilo y sus cualidades como son: longitud, elasticidad, dureza o resistencia.

Así pues, el hilado consiste en reajustar numerosas fibras, paralelas entre ellas en una cierta medida, para producir una ligera torcedura hasta obtener un hilo continuo. En la nueva situa-

ción, las fibras sufren una cohesión forzada y el hilo reacciona como una unidad ante torsiones, flexiones y a sus combinaciones. Esto hace posible sucesivas transformaciones como cosido, tejido, trabajo de malla, macramé, etc... todas realizadas entrelazando de diversas formas el hilado.

No se ha podido precisar cuándo descubrió la humanidad la posibilidad de hilar.

Distintas civilizaciones atribuyen el hecho a antepasados divinizados los cuales habrían sido los inventores de las técnicas adecuadas que posibilitarían uno de los descubrimientos más importantes de la vida del hombre.

El invento de la hilatura fué atribuído por los indios a Aracné; los griegos lo atribuían a Atenea (Minerva para los romanos); Plinio el Viejo (muerto en el 79 d.C. en la erupción del Vesubio), a un tal Closter; los egipcios a Isis, mientras que se atribuyen el acontecimiento a los chinos — se lo atribuyen a la emperatriz Iao — y algunas culturas americanas, como los Incas. Quizá se produjo el hecho en varios lugares distantes y en un momento determinado de la evolución de cada cultura.

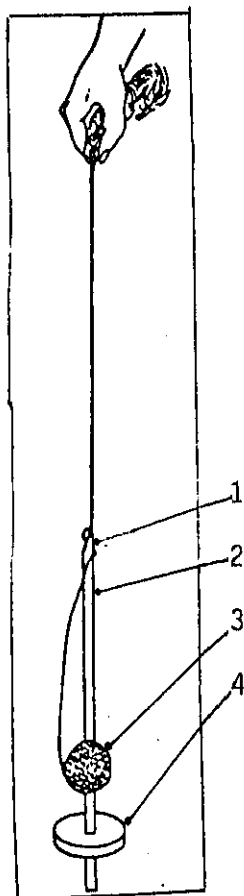
Para poder precisar la antigüedad del empleo del hilado se cuenta con escasísimos restos materiales, generalmente dudosos, además como es el caso de las "FUSAYOLAS" o pequeñas piezas de piedra o terracota de forma circular a modo de disco que sirven de peso al "HUSO" o elemento principal del hilado que, por otra parte, evita que el hilo confeccionado se salga por abajo.

Parece ser que empiezan a encontrarse con el uso de la cerámica — que hizo su aparición con el Neolítico, hacia el 6.000 a.C. — lo cual no significa que con anterioridad pudiera realizarse el hilado con otro tipo de tecnología más rudimentaria para conseguir hilos, como puede ser el hecho de retorcer las fibras con los dedos, con las palmas de las manos o con la parte superior del muslo, técnica que se sigue usando hoy en día en algunas zonas de África, Australia, Polinesia y Brasil.

El sistema primitivo de la hilatura a mano consistía en obtener el hilo simplemente con la ayuda de los dedos, lo que requería dos personas:

- La hiladora
- La que plegaba el hilo que se producía. (Sistema empleado en África para el algodón)

- 1: Ganchillo
- 2: Huso
- 3: Hilo plegado
- 4: Disco



Posteriormente hizo su aparición el HUSO y la hilatura, entonces, se conseguía manteniéndolo suspendido girando, colgado en posición vertical. Esta variación podía ser considerada como un primer avance hacia el progresivo perfeccionamiento y mecanización del proceso de la hilatura.

Fig. 27.- Hilatura a mano

Básicamente el HILADO requiere cierto instrumental:

1.- El huso manual o vara de material duro dotado de un peso en la parte inferior que favorece su giro. Se ha fabricado en madera, hueso, marfil y bronce.

Su forma presenta sección redondeada, ligeramente más grueso en la base que en la cúpula para evitar que el peso — o fusayola — se escurra hacia abajo.

Otro elemento del huso es un pequeño gancho o ranura para fijar en él el hilo ya hilado cuya misión es facilitar a la hilandera el ocuparse de otra porción de fibras dispuestas para ser retorcidas. Diferentes lenguas lo denominan así:

HUSO	-	Fr.	= fuseau	Lat.	= fusus
		It.	= fuso	Cat.	= fus
		Ing.	= spindle	Eusk.	= ardatz
		Alem.	= spindel		

2.- La rueca consiste, en esencia, en una vara de material diverso capaz de recibir las fibras y mantenerlas amontonadas para poder ir tirando de ellas a medida que se necesite formar hilo.

Puede ser una vara con varios pinchos o con ataduras que compongan algo parecido a un alambrado formando como una jaula en donde se introducen las fibras para ser hiladas.

3.- Un cesto en el que se recoge el hilo formando volúmenes de cierta amplitud u ovillos.

El tipo de huso representado en la fig. 27, es básicamente el empleado en las épocas más antiguas.

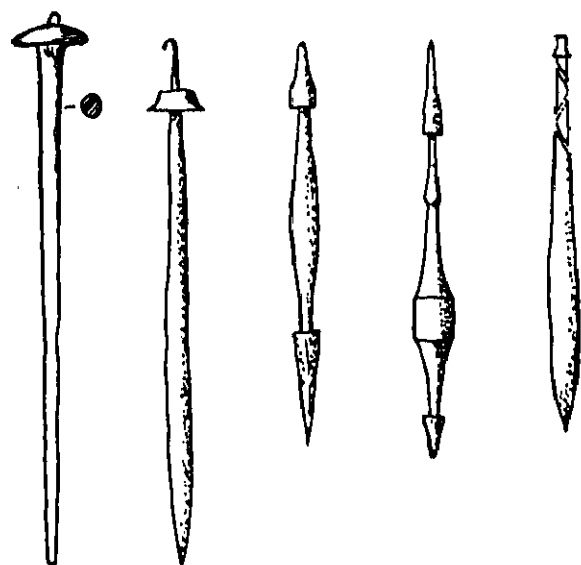


Fig. 28.- Diferentes tipos actuales de husos europeos

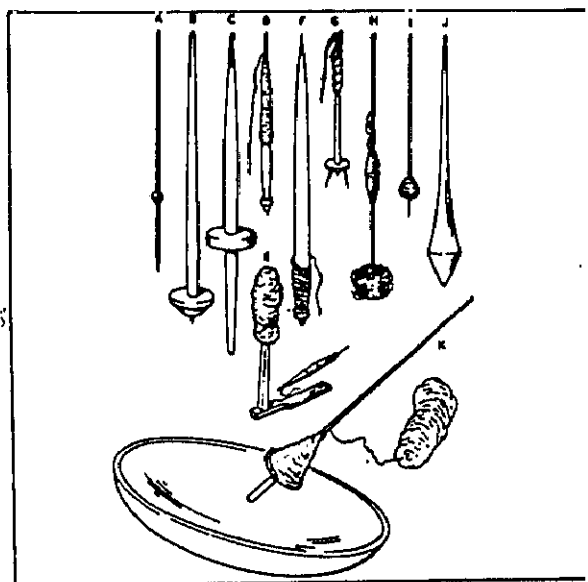


Fig. 29.- Tipos de husos

La materia textil se colocaba en la rueca que hacía las veces de depósito y la hiladora, con una mano, tomaba cierta cantidad de fibras estirándolas con la otra, adelgazando la mecha formada.

El huso era una pieza en forma de varilla cónica con un peso en forma de disco a modo de volanteo fuscayola, en su parte inferior; a veces tenía un ganchillo en el extremo superior y la hiladora lo mantenía colgando en una mano por el hilo recién formado. El hilo no se desprendía del huso porque estaba enganchado por el ganchillo o atado con un nudo.

La torsión se producía a la vez que se iba hilando ya que el huso giraba por el impulso que la hiladora le imprimía de vez en cuando. Así se iban obteniendo fragmentos de hilo que se almacenaba

formando una especie de ovillo.

Esta sería una exposición del modo más simple de obtener hilo. El huso representado en la figura pertenece al tipo de los que se encontraron en los palafitos europeos, en las Tumbas de Tebas, en ruinas de Babilonia y en monumentos incaicos del Perú.



Fig. 30.- Representación gráfica de la rueca y el huso en el proceso de hilado

En las figs. 28 y 29 se pueden ver distintos tipos de husos, pudiéndose comprobar cómo, curiosamente, los productos más cercanos a nuestra época no difieren gran cosa de los más antiguos.

El huso y la rueca corresponden a una segunda etapa del desarrollo tecnológico del hilado. Todavía quedan pueblos — como queda expuesto anteriormente — que fabrican el hilo a mano sin ayuda de instrumento alguno.

El resultado final de la técnica del hilado mediante el huso manual no desmerece en nada de los resultados obtenidos con siste-

mas mucho más sofisticados y evolucionados que el hombre descubrió posteriormente, como por ejemplo, el torno o la máquina de hilar. Los avances técnicos sólo consiguieron imprimir mayor rapidez al trabajo, sin que ello implicase aumento de la calidad del mismo.

Progresiva mecanización del hilado

La primera fase de la mecanización del hilado y, por lo tanto, de perfeccionamiento de la técnica, fué la aparición de la RUEDA DE HILAR MANUAL, inventada en la India (1) llegando en primer lugar a China y Japón. En Europa no se conoció hasta el siglo XII ó XIII, siendo a principios del siglo XVI — probablemente — cuando se perfeccionó el mecanismo de impulsión a pedal permaneciendo inalterable en sus principios constructivos hasta el siglo XIX.

El proceso era semejante, pero se introducían ciertas innovaciones como pueden verse en la fig. 31.

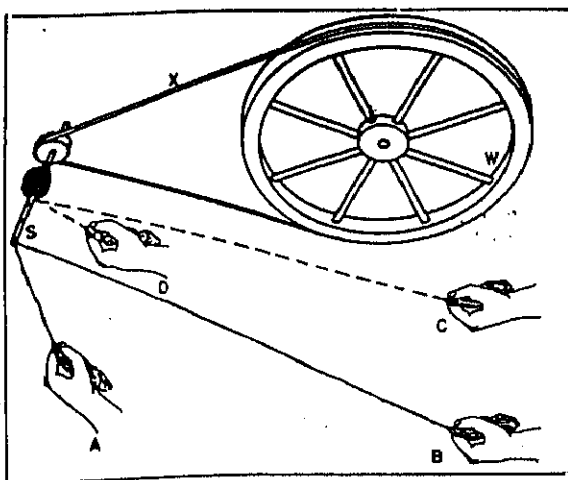


Fig. 31.- El torno de hilar

- 1.- El huso(s) se coloca en posición horizontal
- 2.- La rueda (w) movida por la transmisión (x) o cuerda.

La hiladora tenía las fibras bien en la rueca o bien sobre la falda y las estiraba dejándolas resbalar entre los dedos como se hacía en el proceso totalmente normal.

Mientras se hacía el estirado y torsión, el huso giraba pero el hilo no se plegaba debido al ángulo que formaba con el huso. No se plegaba porque resbalaba sobre el extremo del mismo, cuyo movimiento de rotación producía la torsión que se distribuía a lo largo del hilo que iba soltando la hiladora (posición -B- fig. 31).

Una vez hilada la longitud conveniente, la hiladora movía la mano de tal suerte que, al formar el hilo un ángulo recto con el uso (posición -C-), éste arrollaba el hilo (posición -D-), tras lo cual se volverá a empezar el ciclo. (2)

Como es natural suponer, sobre la base del funcionamiento mecánico del hilado se establecieron distintos tipos de torno respondiendo a la idiosincrasia de distintas comunidades humanas.

El tipo de torno de hilar más antiguo conocido son los de la India utilizados desde tiempos inmemorables, así como el chino (hacia 1.000 - 1.300 d.C.). El torno de hilar según el estilo indio pasó a Europa hacia el siglo XIV — según expone Albert BARELLA MIRO' en "Una aproximación a la historia de la técnica textil y de la confección" — pero montado sobre un banco aplicándosele un pedal hacia 1.553.

Sin embargo en la obra "Telas con historia, los tejidos y su historia" (Revista de las Artes), se dice:

"El torno o rueda de hilar, que a veces se le suele llamar "rueca con notoria impropiedad, es una invención de la Edad Media. Probablemente fué ideado en el Occidente europeo en el siglo XIII". El torno medieval primitivo era un aparato sencillo, mediante el cual la rotación del viejo huso se efectuaba de modo más rápido y mecánico. Sobre un extremo de un tablero con patas, o sin ellas, más o menos grande, e inclinado en el caso de que las tuviera, se colocaron una o dos piezas verticales de madera y a ellas se sujetó el huso horizontalmente, de suerte que pudiera girar. La parte inferior se acanaló y se puso en conexión, por medio de una cuerda o correa, con la rueda colocada sobre la extremidad del tablero, sujeta con dos soportes y que giraba sobre su eje. Se movía esta rueda con la mano izquierda, mientras la derecha se empleaba en aparejar el lino o la lana.

Los tornos de esta clase, sobre todo aquellos que no tienen patas, se difundieron por el norte de Africa y el Oriente Medio, llegando hasta la India y la China. Durante cierto tiempo, siguiendo la moda orientalizante, se afirmó que el torno había sido ideado en la India, pero, como se ha dicho, hoy se cree que es una de las varias invenciones mecánicas de la Edad Media Occidental".

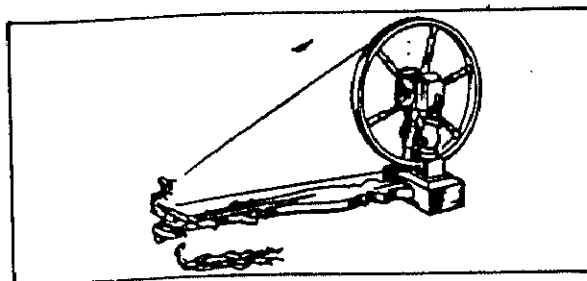


Fig. 32.- Torno de hilar indio

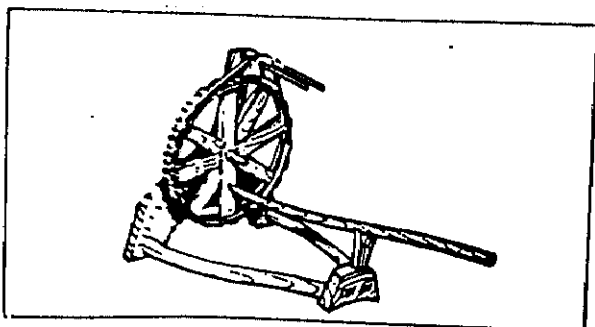


Fig. 33.- Torno de hilar chino

He aquí dos opiniones diferentes.

Siguiendo a las dos obras citadas, paso a exponer levemente una serie de fechas importantes en el progresivo perfeccionamiento en la

mecanización del hilado.

Hacia 1.490, Leonardo DE VINCI ideó un sistema para perfeccionar el torno de hilar, cuando ideó la araña de la que hizo dibujo detallado y descripción, ambos conservados en la Biblioteca Ambrosiana de Milán. No consta que se pudiese en práctica hasta el siglo XVIII.

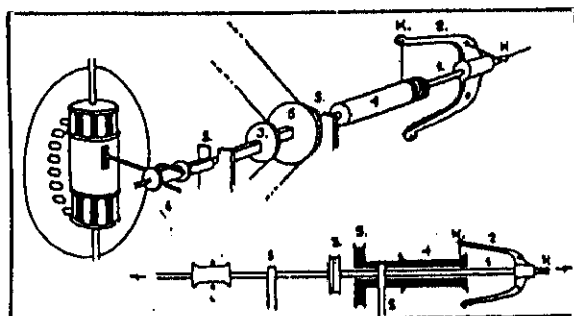


Fig. 34.- Mecanismo de Leonardo de Vinci

Se trata de un mecanismo fundamental para la revolución de la hilatura y consistente en la combinación de un sistema de poleas, ruedas volantes y bobina en conexión con la rueda grande del movimiento. Leonardo, en uno de sus cuadernos de invenciones y experiencias, expuso el principio, bastante complicado de explicar con palabras, en forma que solo se pudo aplicar después ampliamente. Leonardo conocía experiencias de otros inventores pero su bobina de torsión es la que ha servido de base a las máquinas que revolucionaron el mundo industrial del siglo XVIII en sus finales.

En 1.530, Johan JURGENS DE WATTENBUTTEL, en Brunswick, construyó un dispositivo parecido al de Leonardo, añadiéndole un mecanismo de pedal y biela que dejaban libres las manos, lo cual hacía el trabajo más cómodo.

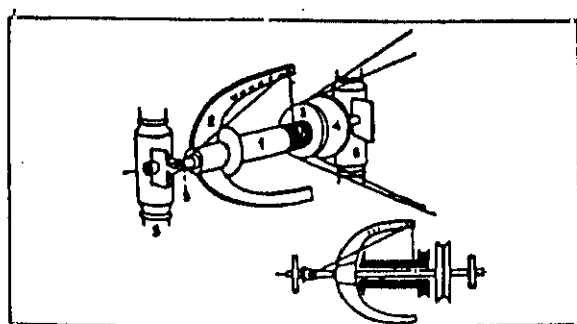


Fig. 35.- Mecanismo de Jurgens

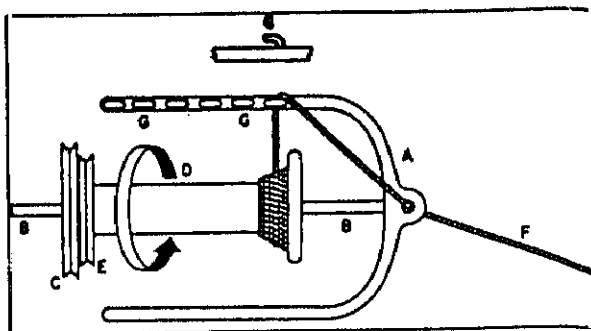


Fig. 36.- Araña y carrete

La diferencia fundamental entre estos dos mecanismos era la introducción de la araña y un carrete en vez de la husada.

La araña en forma de U giraba conjuntamente con el carrete y era un mecanismo conocido y usado antes de Leonardo (por ejemplo, en el torcido de la seda) y probablemente ambos inventores tenían conocimiento de su existencia.

El conjunto del torno de hilar llamado "rueda de Leipzig o Sajonia" (fig. 37) presentaba algunas diferencias de un país a otro. La rueca estaba fijada en la bancada y la hiladora sacaba las fibras de la misma y las alimentaba al hilo en formación a la vez que con el pedal hacía girar la rueda, con lo que el hilo se torcía y plegaba continuamente, mientras que en las antiguas máquinas era intermitente.

En la araña (fig. 36) había una serie de ganchillos de guía G. El hilo E entraba por el extremo de la araña A por un agujero y se hacía pasar por G el ganchillo más próximo al extremo del carrete D. La araña se accionaba por un cordón de transmisión desde A hasta

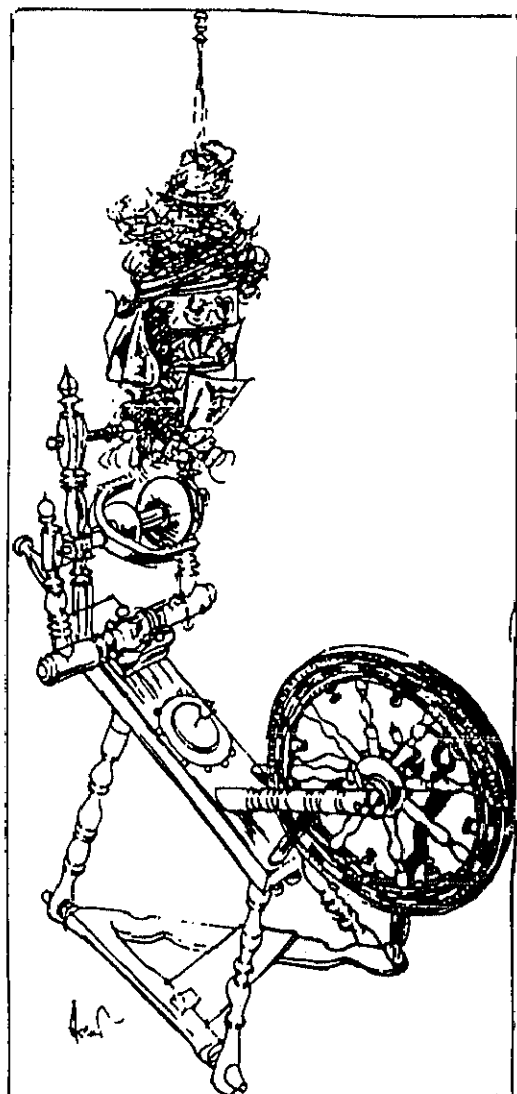


Fig. 37.- Rueda sajona

C (pequeña polea) y otra transmisión movía el carrete D a través de la polea E. La diferencia de los diámetros de C y E hacía girar más rápido el carrete mientras que la rotación conjunta de ambos elementos introducía la torsión en el hilo en la longitud de este último comprendida entre las manos de la hilador y la araña. El carrete se iba llenando a partir de un extremo lo que obligaba a cambiar de vez en cuando el hilo pasándolo de un ganchillo de guía al vecino.

En el esquema de Leonardo había un dispositivo que desplazaba el carrete a medida que se llenaba, eliminando los ganchillos.

En el siglo XVI se conocía en Holanda, Francia e Inglaterra el fig. 37 torno llamado "holandés" o "de Sajonia" que tiene colocada la rueda en el tablero, como el más antiguo torno medieval. Fué introducido en Irlanda en 1.638 por el conde de Strafford; no se difundió mucho en España.

La rueca estaba fijada en la bancada y la hiladora sacaba las fibras de la misma y con ellas alimentaba el hilo en formación, mientras que con el pedal hacía girar la rueca. De esta forma la

hilatura era continua pues el hilo se hacía y plegaba simultáneamente, mientras que en las máquinas antiguas el trabajo era intermitente.

Junto a este instrumento se usaba también el "aspador". Es un madero trabajado al torno, atravesado por dos varillas paralelas y servía para hacer madejas con las porciones de hilo hechas o husadas; suelen adoptar forma ovoide.

En 1.764 (en plena época del maquinismo) respecto al hilado de fibras largas, una hiladora podía alimentar dos tornos simultáneamente con el sistema de hilatura a dos manos ideado en esa época. También variaba la forma de trabajar para asegurar la finura o número del hilo, su regularidad y la relación entre estiraje y torsión, lo cual, evidentemente, dependía de la habilidad y entrenamiento de la hiladora.

Estos son expuestos, sucintamente, los comienzos de la mecanización de la hilatura que dieron pie para sucesivos refinamientos en la técnica, atendiendo a variaciones dependientes de la naturaleza de la fibra textil y de la longitud de la misma, entre otros.

2.1. EL HILO

El hilo es el producto resultante de la manipulación de las fibras textiles a través de la técnica del hilado, por medio del cual las fibras son sometidas a un proceso de "retorcimiento" realizado con los dedos haciendo girar en huso para

obtener de esta forma, un producto de grosor variado: EL HILO.

Posteriormente, se pasa a la última etapa en el proceso de elaboración del hilo que consiste en retorcer dos hilos simples para conseguir uno doble con el fin de dotar a las telas que vayan a ser tejidas con él, de mayor solidez y fortaleza. (3)

El hilo simple tiene una tendencia natural a deshacerse pero, si lo colocamos junto a otro de torsión similar (tanto da si el giro es hacia la derecha o hacia la izquierda), ambos tienden automáticamente a enroscarse unidos con un sentido giratorio inverso a la torsión primitiva. Esto da como resultado que la fuerza de un hilo sencillito torcido en una dirección, al unirse a otro similar, se convierte en una fuerza de sentido contrario produciendo el enroscamiento de ambos hilos simples dando uno compuesto.

Este proceso ya se llevó a cabo en la antigüedad con el huso como ya ha quedado explicado anteriormente y puede observarse en pinturas egipcias tan abundantes en representaciones de la vida diaria, gracias a lo cual han constituido una extraordinaria fuente de documentación.



Fig. 38.- Retorcido de los hilos. Pinturas murales de Beni Hassan

La robustez de un hilado se debe, en parte, a la robustez de cada una de las fibras y, en parte, a la medida en que tales fibras se adhieren unas a otras para resistir el deslizamiento cada vez que el hilo es sometido a tensión en el sentido de la longitud.

Por otra parte, la longitud de una fibra y su elasticidad están ligadas íntimamente al grosor de la misma, de forma que las fibras más finas son las que producirán una vez tratadas, los hilos más fuertes y resistentes.

Otro factor a tener muy en cuenta es la pureza de las fibras a la hora de elegir las para la confección de un tejido: cuanto mayor sea, menos trabajos preparatorios exigirá su tratamiento. Y, por último, no hay que olvidarse de las distintas estructuras de las fibras textiles para poder comprender los varios usos que se les ha dado a lo largo de la historia ya que la distinta agrupación de las moléculas dentro de cada fibra, les confiere características distintas unas de otras. Así, el algodón debe su resistencia a su estructura unicelular, mientras que la lana debe su poder fieltrante a su estructura escamosa lo cual, junto a la forma ondulada de las fibras, permite que éstas se aglutinen con gran facilidad.

La resistencia de los hilos, lógicamente aumenta con la cantidad de vueltas que dé el huso sobre sí mismo al girar. Los husos de tamaños grandes se emplean para la obtención de hilos más gruesos, mientras que los más pequeños son más adecuados a la confección de hilos finos.

Es evidente que en la elaboración del hilo la torsión reviste gran importancia respecto a la resistencia, así como también al espesor de las fibras, ya que cuanto más delgada es una fibra y más elevada la torsión, tanto más robusto es el hilo, al menos hasta un cierto nivel. En efecto, si una fibra textil es lisa y lineal, el hilo puede robustecerse sensiblemente por medio de la torsión.

En cambio, las fibras que son naturalmente bastas, groseras, que tienen distorsiones en la cadena molecular, son idóneas para la producción de hilos robustos aunque sin excesiva torsión.

En el caso de los hilados obtenidos de fibras continuas (seda y muchos sintéticos), la torsión no es necesaria para alcanzar una cierta resistencia porque más bien puede reducirla directamente. Sí lo es para mantener juntas las fibras y conferir al hilado una resistencia satisfactoria a la abrasión.

El papel de la torsión es, por tanto, "producir una estructura coherente que no sea fácil de destruir por fuerzas laterales" (4). Desde el punto de vista mecánico la particularidad de la función de la torcedura — en contraste con muchas técnicas de estructuración de otros materiales — es producir sus efectos sin aumentar significativamente la resistencia a la flexión del hilado.

El carácter de sistema o estructura de un conjunto sometido a cohesión forzada, es la base de la robustez del hilado. La

resistencia del sistema se funda en el concurso de cada uno de los elementos que lo componen ya que el debilitamiento de uno o más componentes repercute automáticamente sobre el sistema entero. Esto determina una reacción típica en las cargas demasiado elevadas tanto de tensiones longitudinales como de "stress" lateral (5) cuando una de las fibras o de los hilos se rompe en uno de sus puntos de mayor debilidad; en esa sección la carga que primitivamente era el sostén del elemento roto, se descarga entre los contiguos. Se crea así un exceso de carga que tiende a transferirse, progresivamente, hasta la rotura del hilo.

Dirección del sentido de la torsión

La unificación de criterio respecto a la nomenclatura para denominar el resultado obtenido con el proceso del hilado, es reciente.

Una solución práctica y eficaz la constituyó el denominar las dos únicas posibles torsiones de un hilo con las letras S y Z.

Con la letra S se expresa la torsión hacia la derecha, siguiendo el sentido de las agujas del reloj, lo cual da como resultado un sentido de inclinación de las fibras que siempre coincide con la barra central de la letra S.

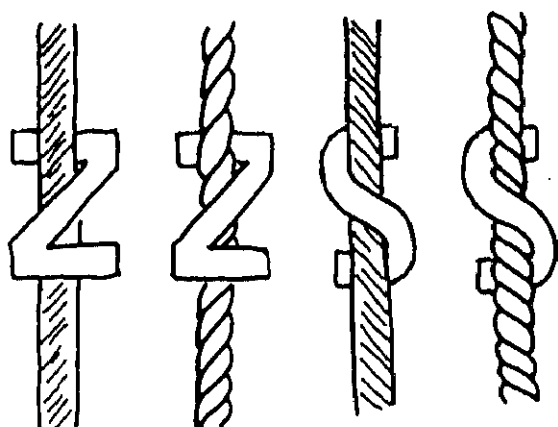


Fig. 39.- Direcciones de torsión de los hilos simples y dobles

La letra Z expresa la torsión hacia la izquierda, con sentido contrario al de las agujas del reloj, lo que hace coincidir la inclinación de las fibras con la barra central de la Z (ver fig. 39). Todo ello depende de la dirección en la que se haya movido el huso.

Por otra parte, el hilo puede ser simple o doble (a veces múltiple) según se emplee recién salido del huso o unido a otros para conseguir un nuevo hilo más fuerte que el primero. Estos hilos no simples también pueden tener cualquiera de las dos torsiones, en S o en Z.

La frecuencia de dotar a los hilos de una u otra torsión puede ser un hecho a tener en cuenta por lo que respecta a la posibilidad de establecer datos históricos en la confección de hilos y tejidos.

Parece ser que el área Mediterránea produjo torsión S para el lino, mientras que en Oriente lo harían en Z, aunque recientes estudios sobre tejidos de lino conservados en la Península Ibérica demuestran clara preponderancia de torsión en Z lo que

invalidaría, en cierto modo, la anterior aseveración. (6)

No hay que perder de vista el hecho de que las fibras naturales admiten por igual cualquier sentido de torsión, en S o en Z, a la hora de confeccionar hilos simples, teniendo en cuenta, no obstante, la tendencia del lino a enroscarse hacia la derecha (S) cuando está humedecido (7), si bien los tejidos conservados de la Península Ibérica lo hicieron principalmente en Z, como queda dicho anteriormente.

Para algunos autores (8) los dos distintos tipos de torsión de hilo son parte integrante de un fenómeno estrechamente ligado a la tradición, a la costumbre propia del área cultural en que nos movamos.

Según dice WILD (9), para dar mayor consistencia al resultado final del tejido, se puede emplear una torsión Z para la urdimbre y una torsión S para la trama o viceversa, aunque en las provincias romanas del Norte estudiadas por este autor, esta regla no parece cumplirse con demasiada frecuencia, lo mismo que en la Península Ibérica.

El último paso en la confección de un hilo es la creación de un hilo doble a partir de dos sencillos con lo cual se consigue dotar al hilo y, en consecuencia, a la tela que vaya a ser tejido con él, de una mayor robustez y solidez: es el RETORCIDO.

El giro — más o menos apretado con que se haya movido el huso — se mantiene dificultosamente hasta llegar a la confec-

ción del tejido debido a la tensión de las fibras contorsionadas: la tendencia natural es a deshacerse. Pero si colocamos junto a este hilo otro de igual torsión, ambos tienden automáticamente a enroscarse unidos pero su sentido giratorio es inverso a la torsión primitiva; es decir, que la propia fuerza del hilo sencillo torcido en un sentido determinado, en el momento de unirse a otro, se convierte en una fuerza de sentido contrario que produce el enroscamiento de los dos hilos simples dando como resultado uno compuesto.

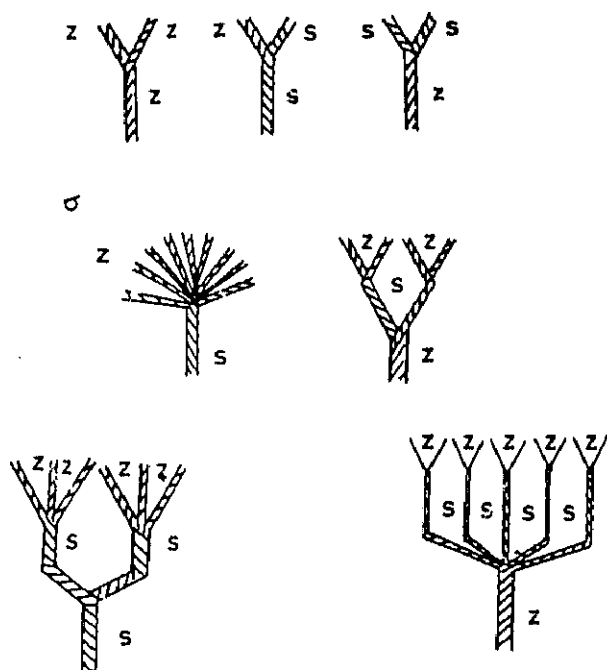


Fig. 40.- Diferentes formas de realización de hilos compuestos.

Se pueden conseguir cordones muy complejos a base de unir parejas de hilos cada vez más gruesas.

Esta operación como es la de obtener un hilo doble a partir de dos sencillos ya se hacía en la Antigüedad con el huso pero colocándolo con la tortera hacia arriba, al revés que para el

hilado que se situaba abajo. Para el retorcido, se enganchan los dos hilos a unir en la ranura de la parte más gruesa del fuste del huso. (ver fig. 41 y 42).

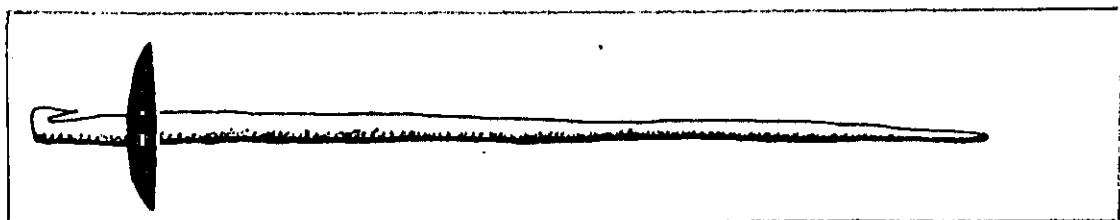


Fig. 41.- Huso procedente de la necrópolis de Munigua (Múlvica, Sevilla)

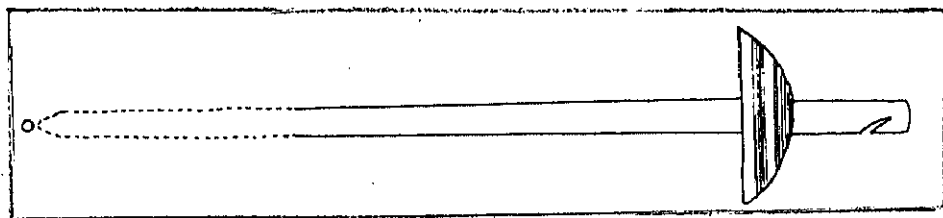


Fig. 42.- Huso procedente de la necrópolis romana de Carmona (Olivilla), Marfil

Resumiendo: si los hilos simples se tuercen en Z, el compuesto lo es en S, y si con dos hilos dobles que siguen a la torsión S se hace uno cuádruple, la torsión será con la mayor probabilidad en Z.

2.2. EL TELAR: ORIGENES Y EVOLUCION

El TEJIDO es el último producto de la combinación resultante desde que da comienzo el proceso con las tareas de CULTIVO, RECOLECCION y tratamiento para obtener la fibra, hasta llegar al HILADO por medio del cual se obtiene el HILO.

La etapa siguiente es la construcción de un TEJIDO, del cual puede decirse que consiste en la producción de una estructura coherente siendo el resultado de entrelazar una serie de hilos perpendiculares entre sí que reciben los nombres de:

- URDIMBRE para los que tienen sentido longitudinal
- TRAMA perpendiculares a ellos

Con ello se consigue obtener superficies lisas con las cuales confeccionar prendas de vestir o telas destinadas a fines diversos, que sean capaces de ofrecer la resistencia necesaria para cumplir adecuadamente con la finalidad prevista para ellos. La resistencia se funda en la regular distribución de las atracciones de los hilos que participan en su formación.

La finalidad principal del tejido, en sus orígenes, fué servir de abrigo al hombre primitivo espoleado por la necesidad de encontrar prendas menos rígidas que las confeccionadas con las pieles de animales. Ello animó a los hombres de hace varios milenios a procurarse una tecnología que les facilitase la consecución de su objetivo. Con el paso del tiempo y el avance de las respectivas civilizaciones, el uso del tejido evolucionó

hasta cumplir una función ornamental si bien la confección de vestimentas con un mayor o menor sentido utilitario u ornamental, sigue siendo la finalidad más destacada del tejido.

Para confeccionar un tejido se necesita un TELAR. Puede ser muy rudimentario o muy complejo, pero básicamente, en cualquier caso, consiste en situar una serie de hilos verticales (que pueden instalarse en un marco rudimentario) entre los cuales se disponen otros hilos perpendiculares a ellos que, incluso, pueden ser entrelazados con los dedos.

La operación de entrecruzar los hilos de urdimbre (verticales) y los de trama (perpendiculares) recibe el nombre de "ENTRAMADO".

Una representación gráfica de los principios básicos del tejido nos lo ofrece el simple zurcido, labor de reparación en la que se cruzan los hilos verticales y horizontales — o longitudinales y transversales — formando una superficie cerrada que no es más que, en definitiva, un pequeño fragmento textil.

Condición indispensable para el conocimiento y comprensión de los distintos tipos de entramados textiles, es el conocimiento de los TELARES que hicieron posible su ejecución.

El comienzo del arte de tejer se atribuye hacia el año 10.000 a.C., en plena Prehistoria, en el Paleolítico Superior (ver pág. 20, Cap. I).

Para el año 6.000 a.C. ya se tejía el lino en Sumer (período Neolítico Antiguo). Los documentos más antiguos conocidos,

dejando aparte las tablillas sumerias, son las pinturas egipcias que datan de unos 5.000 años a.C. en las que pueden identificarse los telares de la época.

Los incas peruanos, 3.000 años a.C. confeccionaban tejidos con motivos ornamentales muy complicados y combinaciones de colorido. Primeramente realizaban tiras estrechas y cortas que enlazaban entre sí cuando necesitaban telas de mayores dimensiones.

Los célebres chales de Cachemira fueron elaborados con este sistema el cual perduró mucho tiempo y, aún hoy, se practica en lugares apartados. En el Africa Occidental a orillas del Níger, se tejían bandas estrechas de algodón, a veces con variedad de colores y motivos ornamentales.

Fuentes griegas y romanas, si bien hablan de los métodos seguidos para obtener telas, no dan detalles y sus descripciones son vagas y poco profundas. Sin embargo, existen representaciones en vasos de cerámica, en relieves y restos arqueológicos que permiten obtener datos que enriquecen el escaso conocimiento que hoy día se posee del desarrollo de la técnica del tejido en las culturas antiguas.

En los tiempos clásicos el arte de tejer ya se había extendido por todo el mundo conocido. Homero (hacia el año 900 a.C.) relata que Odiseo-Ulises hacía viajes al "river Egiptus" — el Nilo probablemente — para capturar mujeres y niños diestros en el arte de tejer el lino, pagándose hasta 20 bueyes por una

esclava entrenada (4 solamente "valía" una no entrenada).

Los estudios sobre el arte textil de los griegos se han hecho fundamentalmente basándose en la decoración de los vasos de barro; se aprecia el tipo de indumentaria y frecuentes escenas de hilados y tejeduría, tal como se puede ver en algunas de las figuras que ilustran esta exposición.

El telar horizontal movido por los pies se originó en Egipto. En el siglo I a.C., se inventó el telar de tracción, el invento más importante de su tiempo y levantó análogo revuelo al que produjo el telar de Jacquard a principios del siglo XIX.

En general, en todas las regiones y zonas del mundo se utilizaron las fibras textiles que tuvieron a su alcance para fabricar tejidos. El arte de tejer se originó, sin duda, partiendo de la necesidad. La mayor parte de los esfuerzos primitivos se emplearían en la confección de cuerdas y a éstas debió de seguir el entrelazado de juncos y fibras para construir esteras y cestos. Los primitivos construyeron "telas" rudimentarias entrelazando ramas y hojas de plantas para obtener con ellas objetos diversos: cestos, redes, cortinas, alfombras, etc. Más tarde, al descubrirse las posibilidades que encerraban la lana y el lino, aparecería el primer telar.

Probablemente fué la rama horizontal de algún árbol el instrumento que sirvió para atar los cabos superiores de los hilos que habían de formar la urdimbre y la trama y fueron piedras, atadas a los cabos inferiores, las que se utilizaron para mantenerlos tensos. Es posible también que se clavasen en

el suelo filas de clavijas y que se utilizasen brotes jóvenes para formar una especie de marco vertical. El telar a mano más antiguo sólo fué un paso más a partir de este método primitivo y él, con su sencilla lanzadera, fué, seguramente, el primer dispositivo mecánico de cierta complejidad construido por el hombre.

Valgan como ejemplos el saber que en el Congo se obtenían los tejidos llamados "Bushongo" con fondo de rafia y bordados con fibra vegetal de líber y que en Polinesia confeccionaban tejidos de corteza de morera llamados "Tapa". Después de una maceración — o encolado — se trabajaban bandas de fibras que se unían por sus extremos mediante útiles especiales aprovechando las materias gomosas de las fibras.

Parece, pues, lógico comenzar el estudio del telar partiendo de los tipos más cercanos a la técnica de la cestería, considerada la base de las técnicas textiles propiamente dichas.

2.2.1. Diversos tipos de telares

Los comienzos del arte de tejer fueron muy rudimentarios, como es fácil suponer. Los primitivos ingenios ideados por los hombres de aquellas épocas tan lejanas en el tiempo, eran muy simples a la vez que muy efectivos, pues los principios básicos que les sirvieron para hacerlos funcionar, siguen vigentes cambiando, como es lógico, los sistemas de mecanización, las

variedades de tejidos y la rapidez en la confección de las telas, propios de una época de tecnologías muy sofisticadas como es la actual.

No voy a hacer un estudio exhaustivo de la evolución del telar porque estimo que no es ése el objetivo de esta investigación, sino que voy a ceñirme a exponer lo más claramente posible dentro de la simplicidad, cuáles fueron los orígenes del telar y del arte del tejido.

La autora Carmen ALFARO GINER, en su obra "TEJIDO Y CESTERIA EN LA PENINSULA IBERICA", ofrece una exposición muy clara y documentada de cuáles fueron los comienzos del arte o técnica (como quiera llamársele) del TEJIDO.

En dicha obra se exponen los tres tipos primitivos de telar cuya evolución posterior dió lugar a variantes y a mecanismos más complejos. Son:

- Telar de PLACAS
- Telar de REJILLA o TELAR-LIZO
- Telar de MARCO y VERTICAL DE PESAS

Probablemente el sistema más antiguo y rudimentario de telar conocido es el llamado " TELAR DE PLACAS", ingenio sumamente sencillo cuya estructura y funcionamiento expongo a continuación.

2.2.1.a. Telar de placas

Esencialmente está formado por varias placas cuadradas (los hay de otras formas geométricas) de madera, hueso u otro material duro, con agujeros pequeños en sus esquinas por los que pasan los hilos de URDIMBRE. Es variable el número de placas dependiendo de la mayor o menor anchura que se busque para el tejido.

Este conjunto se puede instalar en cualquier soporte: desde la misma cintura de la tejedora (como en la fig. 51) o cualquier otro punto fijo como pueden ser estacas clavadas en el suelo, hasta su instalación dentro del mismo telar vertical. (Esto se verá más adelante al tratar del tipo de telar vertical).

Los restos arqueológicos conservados más numerosos son placas de cuatro agujeros y pertenecen a los tiempos prehistóricos hasta los romanos.

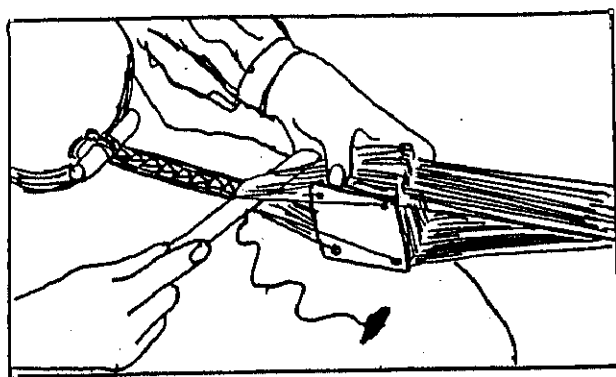


Fig. 43.- Telar de placas

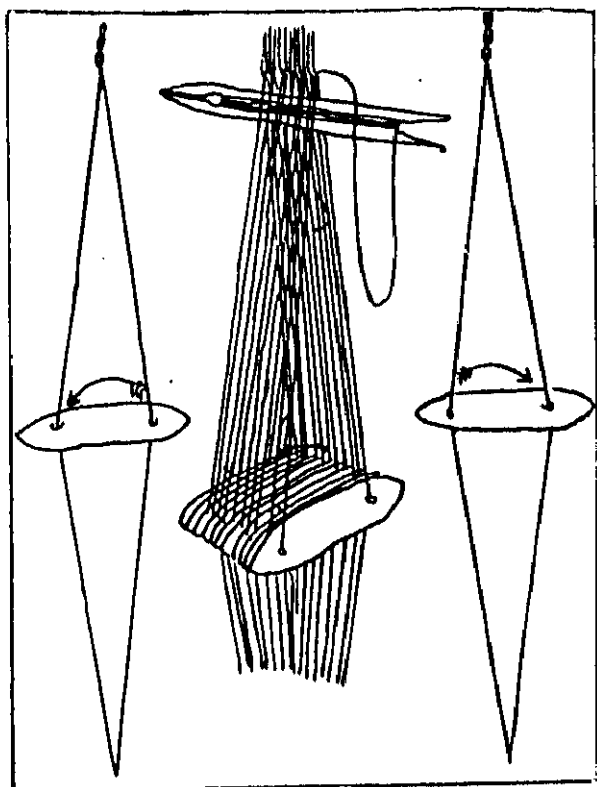


Fig. 44.- Esquema de telar de placas de dos orificios

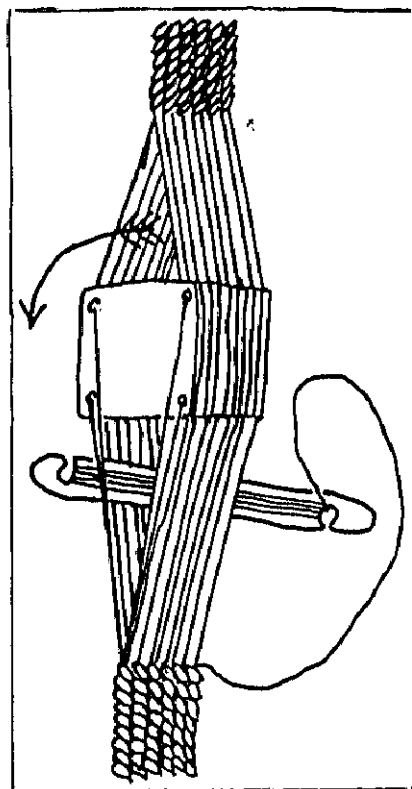


Fig. 45.- Esquema de telar de placas de 4 orificios

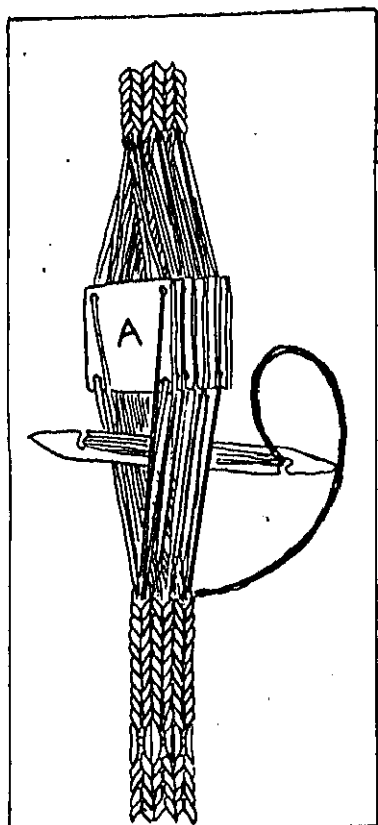


Fig. 46.- Telar de placas con una placa al anverso y otra al reverso

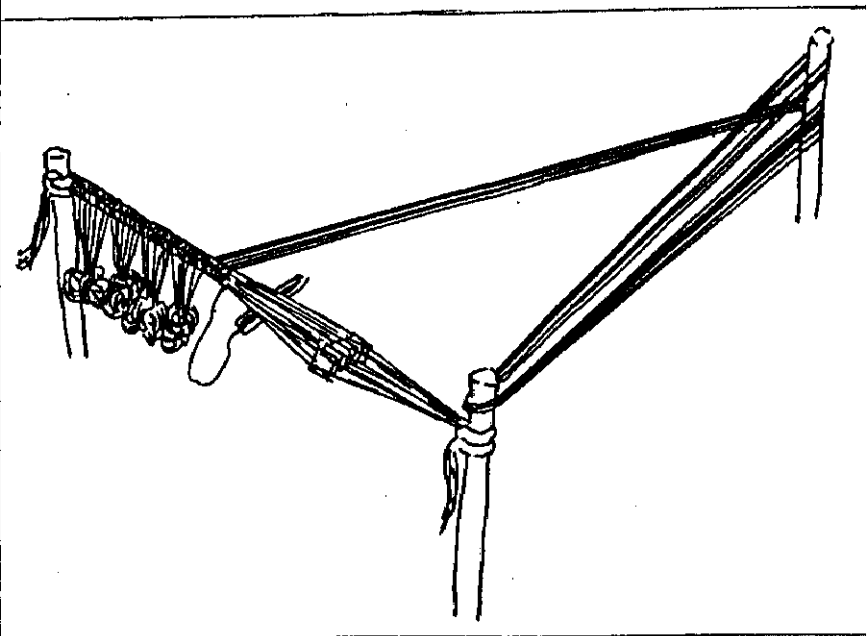


Fig. 47.- Telar de plazas utilizado para la confección de un borde de comienzo

Técnicamente, la colocación de las placas respecto a los hilos — según entren por una u otra cara — y la rotación de las mismas a derecha e izquierda, es lo que origina el juego de diferentes formas y dibujos en los tejidos obtenidos. Además, la variedad del producto obtenido depende de una serie de factores diversos como son:

- El número de placas.
- El número de agujeros de cada placa.
- El número de hilos que pasa por cada placa.
- El color de los hilos.
- Que los hilos entren por el anverso o por el reverso de la placa.
- La dirección del giro de la placa, a derecha o izquierda.

Las placas tienen dos caras: A (anverso) y R (reverso) con relación a la situación del operario que las tiene delante de sí. Los hilos entran y salen por una o por otra. Así pues, se llama "delante" a la parte de urdimbre que se encuentra entre las placas y el tejido y "detrás" a la que va desde la última placa hasta el final de la urdimbre.

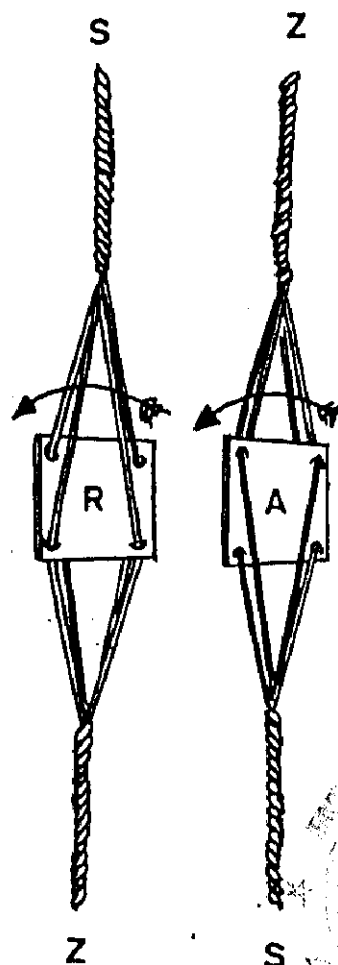


Fig. 48
Colocación de los hilos en las placas

A este rudimentario sistema de telar se le pueden añadir algunos elementos que mejoran y facilitan la labor y que, de hecho, se incorporaron pronto a la técnica del tejido:

a) El peine de madera, de dientes anchos para poder introducir entre ellos los tres o cuatro hilos de una placa evitando que se enreden.

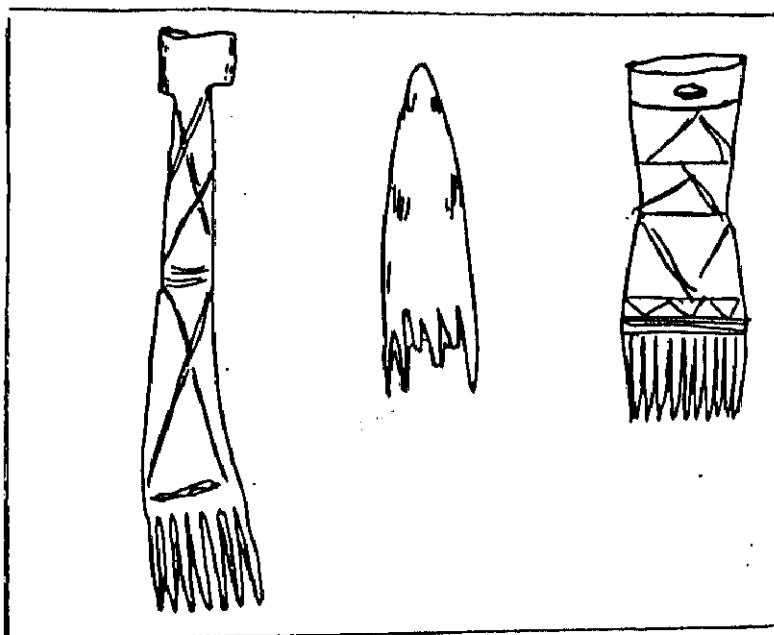


Fig. 49.- Peines de tejedor (en hueso) procedentes de Glastonbury (poblado lacustre), Mortlake y Kent.

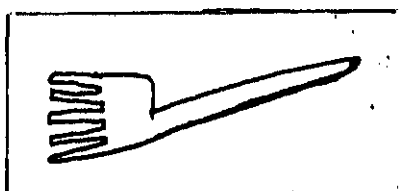


Fig. 50.- Peine de tejedor. Extraído de una estela de Lara de los Infantes (Burgos)

b) El cuchillo, o bastidor o espátula, que comprime la trama del tejido después de cada pasada de forma más uniforme que si se hace con los dedos. (Se puede ver en la fig. 58 ilustrando el telar de marco vertical).

c) La lanzadera, pieza de madera plana en la que se enrosca el hilo de la trama para pasarlo por entre los de urdimbre. (Ver la misma figura).

2.2.1.b. Telar de rejilla o telar-lizo

Este tipo de telar puede ser considerado como la base sobre la que se fundamenta la idea de tejer.

La estructura básica del telar de rejilla consta de una serie de varillas planas estrechas, con un orificio en el centro y separadas entre sí, fijadas por sus extremos a dos varas horizontales. La urdimbre lo atraviesa según dos modalidades:

A - Hilos de urdimbre pares: pasan por el hueco entre varillas.

B - Hilos de urdimbre impares: pasan por los agujeros del centro de cada varilla.

La longitud de los hilos de urdimbre será la longitud de la pieza. Los extremos se sujetan a algún soporte fijo.

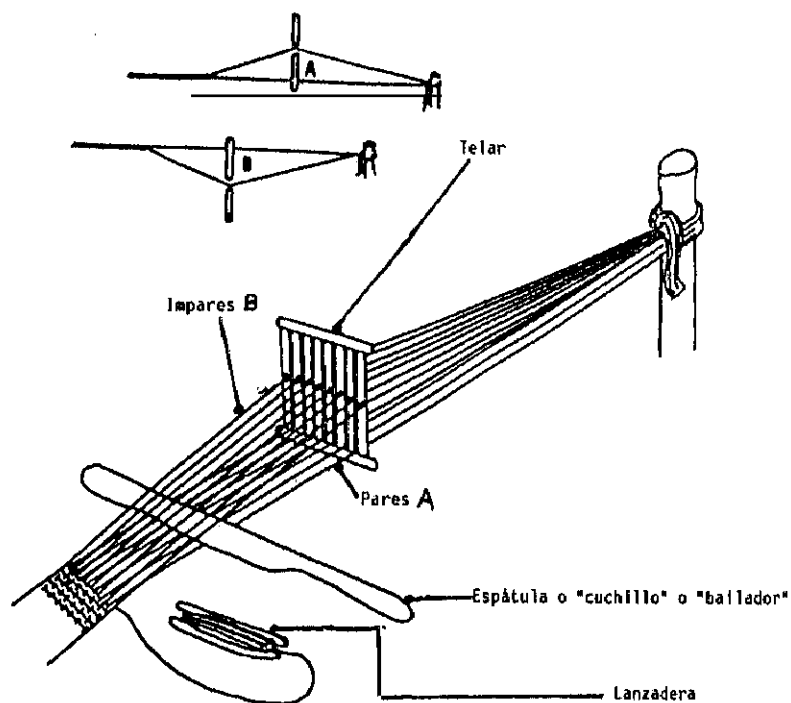


Fig. 51.- Telar de rejilla

El funcionamiento es sencillo:

- Los hilos de urdimbre pares A se deslizan de abajo hacia arriba por las ranuras entre las varillas.
- Los hilos de urdimbre impares B permanecen sujetos pero siguen el movimiento del telar cuando a éste se le imprime un movimiento vertical.
- Por el hueco que van dejando los pares e impares al estar unos arriba y otros abajo, pasa la lanzadera con la trama dando como resultado el ligamento llamado "tafetán".

El resultado es un tejido de anchos reducidos y de largura igual a la de los hilos de urdimbre, como queda dicho anteriormente.

Es un tipo de telar apto para confeccionar bordes u orillos que, aplicado en los laterales de un telar vertical de pesas — como se verá más adelante — permite añadir bordes apretados a una tela que podemos llamar "principal".

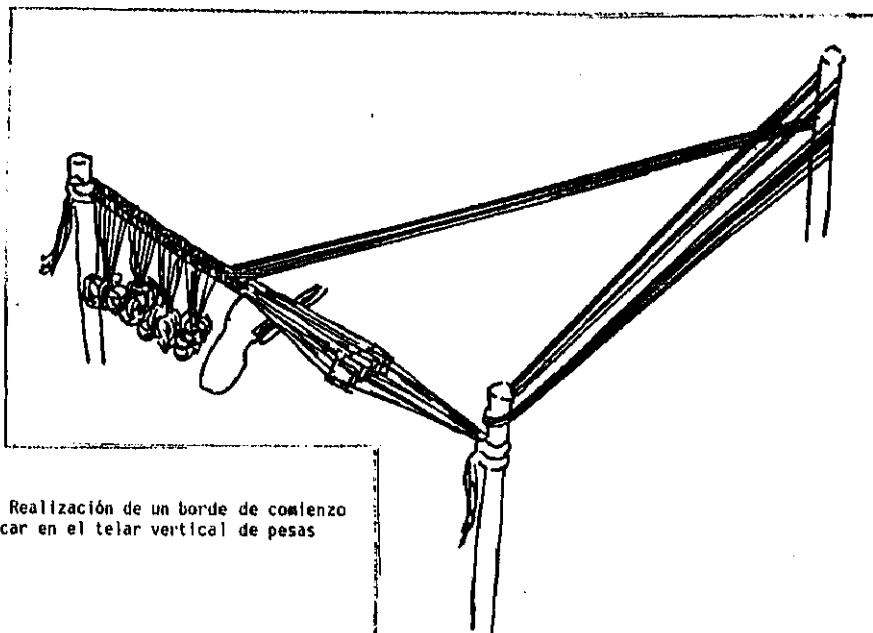


Fig. 52.- Realización de un borde de comienzo para colocar en el telar vertical de pesas

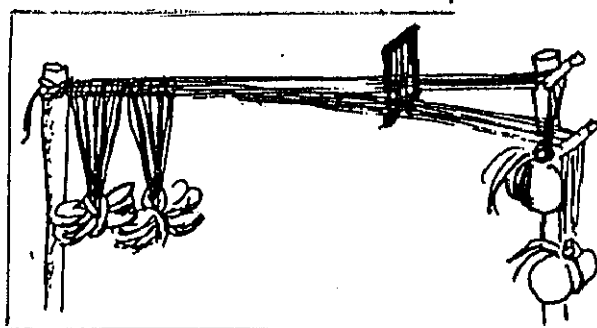


Fig. 53.- Telar con un pequeño llizo

También este tipo de telar es muy primitivo pero su simplicidad no es obstáculo para que continúen usándose hoy día en la Europa nórdica y Asia, algunos tipos de este telar.

Derivó en el telar HORIZONTAL usado principalmente en Egipto ya en el segundo milenio antes de Cristo, por lo menos y quizá más.

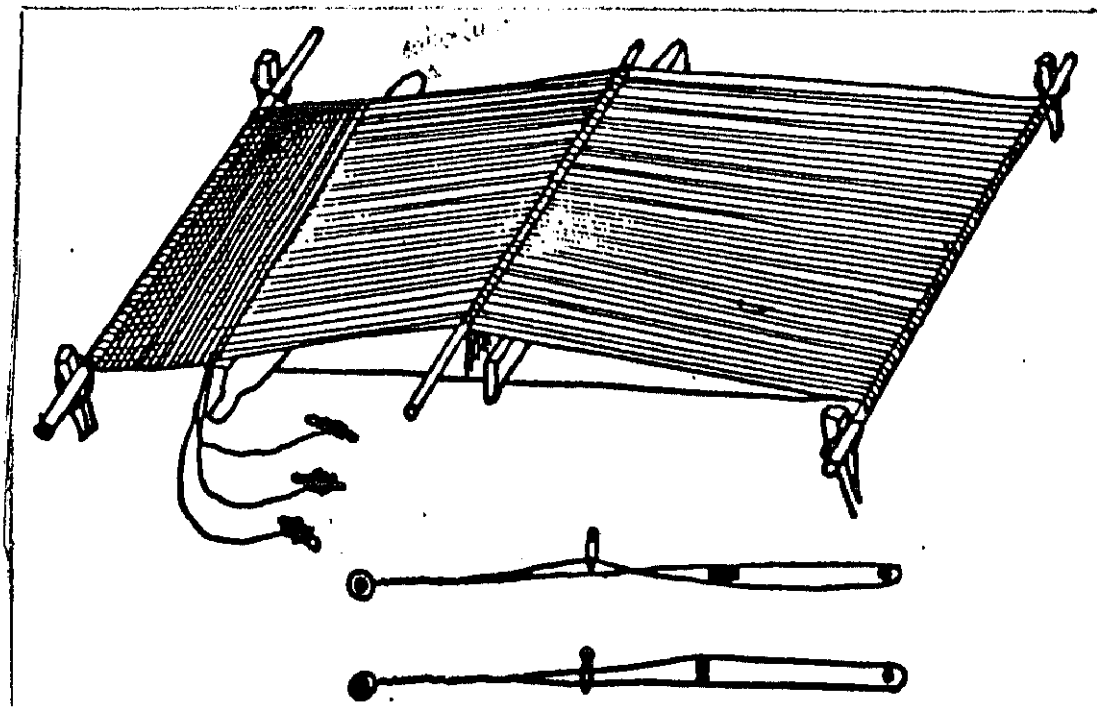


Fig. 54.- Telar horizontal de tipo egipcio

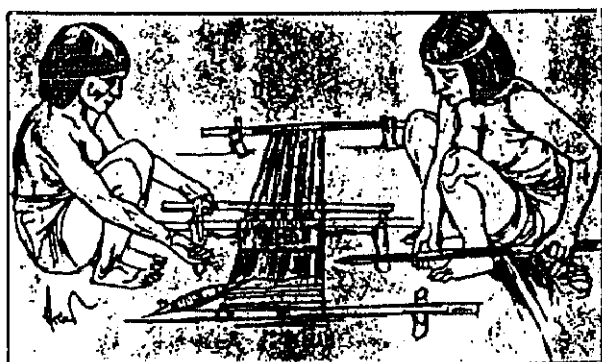


Fig. 55.- Telar horizontal

Este tipo de telar de rejilla se sabe que no se usó en el mundo greco-romano. Sí en Palestina, probablemente por influencia de Egipto. Es un telar típico de pueblos nómadas ya que su

traslado no ofrece dificultades: la urdimbre se enrosca en un madero apropiado para ello que recibe el nombre de "enjulio".

Permite ser usado tanto en posición vertical — para la confección de bordes — como en horizontal para hacer tiras de telas de anchura variable.

También el telar horizontal de rejilla tuvo sus variantes, algunas de las cuales se continúan usando actualmente en Indonesia, Madagascar y Laponia.

El siguiente paso en el perfeccionamiento del telar de rejilla fué la introducción de LIZOS.

El término "lizo", según el diccionario de la Lengua Castellana, provien del latín "licium", y se llama así al

"Hilo fuerte que sirve de urdimbre para ciertos tejidos".

"Cada uno de los hilos en que los tejedores dividen la seda o estambre para que pase la lanzadera con la trama".

En tiempos del segundo milenio a.C., los egipcios ya usaban un sistema de "licerones", que venían a ser como barras que servían para subir y bajar los hilos de urdimbre para hacer las caladas que iban formando el tejido, ya que los licerones iban subiendo los hilos pares o impares para hacer el entramado, principalmente el llamado "tafetán", pero se sabe que también podían hacer otros, como el "sarga" combinando adecuadamente el remetido de los hilos.

Cuando ya se conoce un telar de lizos en Alemania, por ejemplo, ya es el año 1.000 d.C.

Como puede verse en la fig. 56, el sistema básico es el mismo aunque lleva añadidos que, probablemente, estaban destinados a hacer más cómoda la tarea del operario.

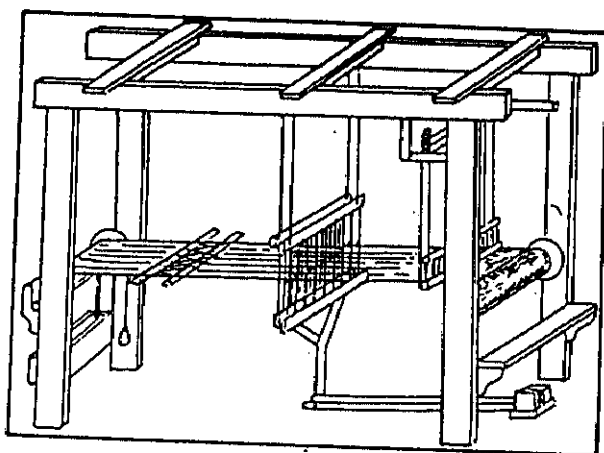


Fig. 56.- Telar manual clásico de lizos y cárcolas

Primeramente los lizos se movían a mano, pero luego se les añadieron "cárcolas" o listones delgados de madera a modo de pedales para facilitar el movimiento de los lizos.

Posteriormente se introdujeron otros aditamentos para dar mayor rapidez y comodidad al trabajo del tejedor.

2.2.1.c. Telar de marco o de cuadro y telar vertical de pesas

Telar de Marco.- Al igual que los anteriores, este otro

tipo de telar con la urdimbre en sentido vertical también ha sido usado desde muy atrás en el tiempo, tanto en la Prehistoria como en la época Antigua.

La característica que lo diferencia en primer lugar de los otros es que la urdimbre pende verticalmente. Su estructura es simple; consta de:

- Dos palos o ples verticales
- Dos barras transversales a cierta altura del suelo

De esta forma se constituye el "MARCO" que es el que ha dado nombre a este tipo de telar. No ha tenido buena conservación por lo que se carece de restos para poder conocer directamente su estructura, pero sí existen numerosas representaciones que nos facilitan la comprensión del sistema.

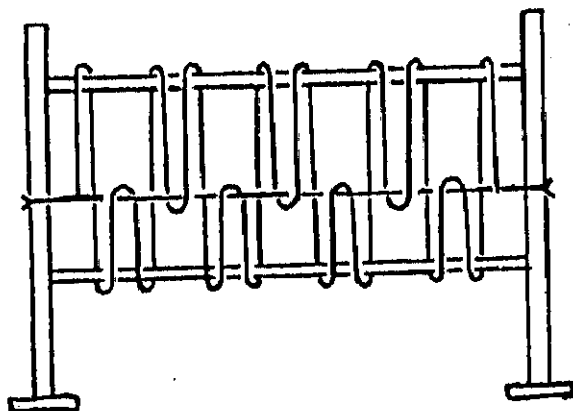


Fig. 57.- Colocación de la urdimbre en el telar de marco

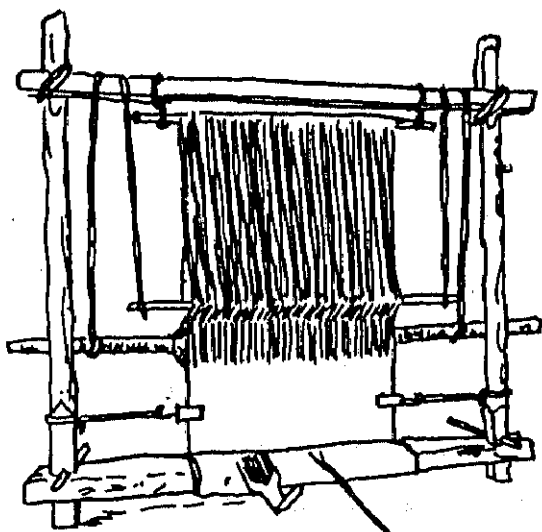


Fig. 58.- Tela de marco, con peine y espátula. Argel

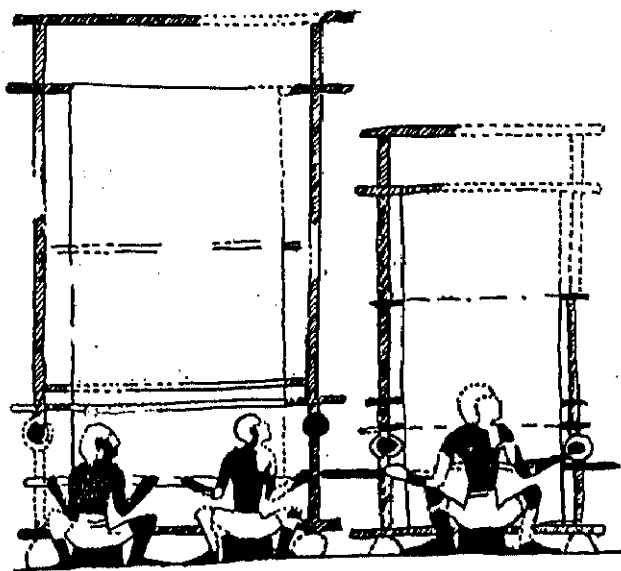


Fig. 59.- Telares de marco egipcios.
Tumba de Tutnefer, Beni Hassan, Tebas.
Din. XVIII

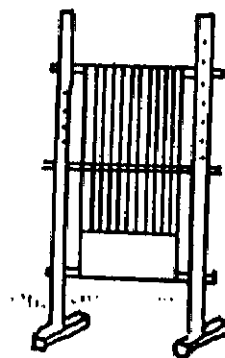


Fig. 60.- telar de marco. Miniatura del
código Virgilio Vat.

Parece ser que fué inventado en Siria y muy usado en Palestina de donde pasó a Egipto. Aunque no se han encontrado restos de los telares de marco, en Europa han aparecido algunos restos de tejidos que los expertos creen, sin lugar a dudas, que fueron hechos con este telar. Estos restos son un faldellín tubular encontrado en Dinamarca. Parece ser que este telar era más adecuado para tejer tapices.

También utilizaban los lizos para la realización de entramados diversos.

Telar vertical de pesas.- Fué un telar típico del mundo greco-romano, pero la importancia de su uso cedió ante el telar de marco, explicado anteriormente. Su estructura es parecida al anterior:

- Dos pies hincados en el suelo o bien fijados de alguna otra forma con tal de que permaneciesen firmes.

- Adopción de posición inclinada al apoyarse la parte superior en la pared.
- Un travesaño superior — al que los romanos llamaban "iugum" — unía los dos palos verticales por la parte superior, destinado a sostener la urdimbre y, a la vez, servía para enroscar en él el tejido ya hecho.
- Colocación de pesas en los hilos de urdimbre para mantener los tirantes: "pondera".



Fig. 61.- Telaar vertical de pesas sin barra inferior de separación de la urdimbre. Vaso Pisticci, s. V. a C.

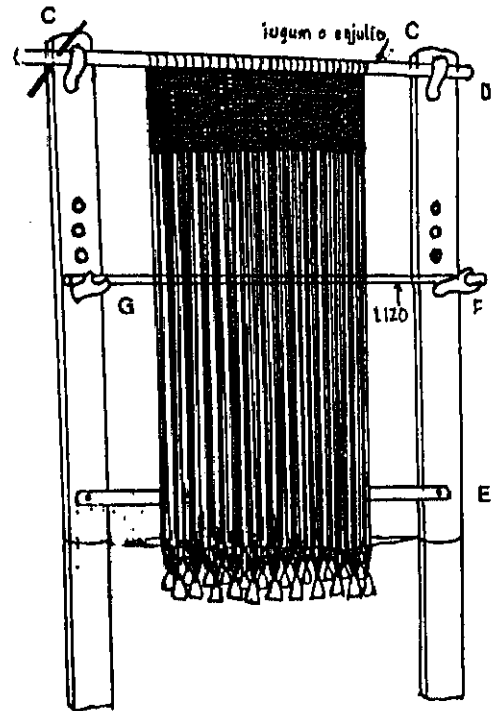
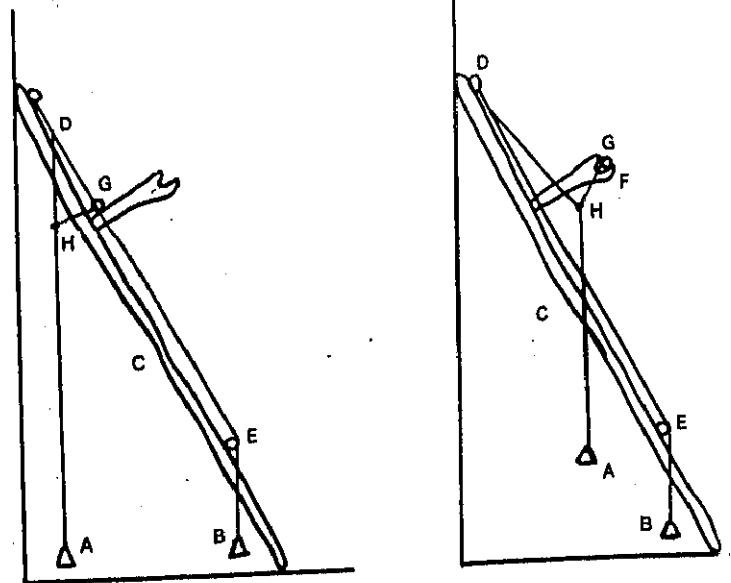


Fig. 62.- Telaar vertical de pesas. C= Pies derechos, D= Enjullo, G=Lizo, F= Soportes del lizo, E= Separador de urdimbre.

Fig. 63.- Telaar vertical de pesas mostrando los dos pasos de la trama H= Tirante del lizo para eleve. A y B = Series de pesas (de hilos pares e impares)



Parece ser que hubo dos tipos de telares primitivos. Uno de ellos es el que usaron los griegos con distintas variantes:

- a) Plegado del tejido en la parte superior.
- b) Plegado del tejido en la parte inferior y formación de la calada.

Tipo a).- Los indicios existentes hacen suponer que fué el primero de ellos el que se usó en primer lugar y, como puede comprobarse por los esquemas, es muy simple:

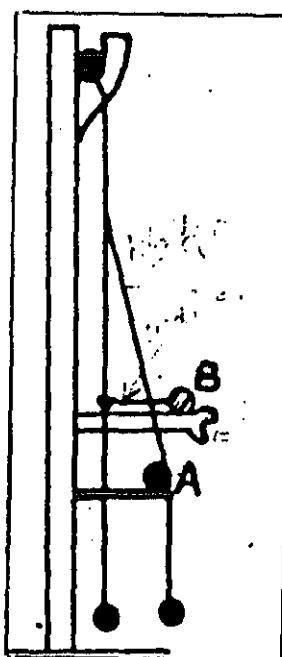


Fig. 64.- Esquema del telar vertical

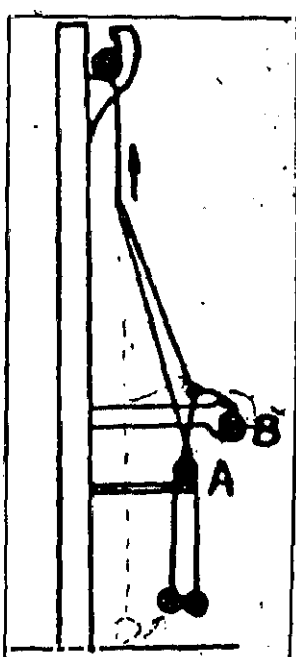


Fig. 65.- Telar vertical primitivo

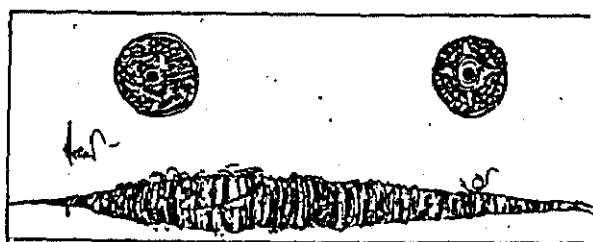
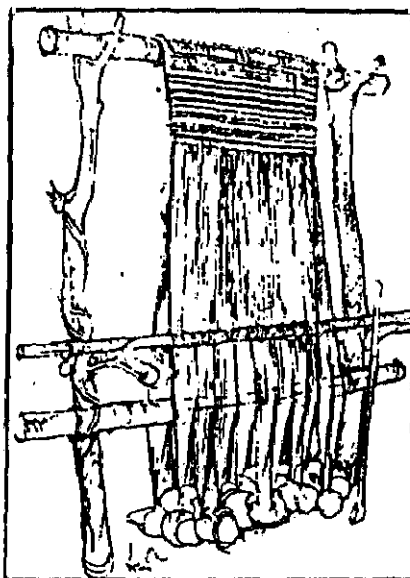


Fig. 66.- Pasatramos y pesas de cerámica decorada

La urdimbre se ataba en grupos de 20 a 100 hilos a unas piedras o piezas de cerámica que hacían de contrapeso para mantenerlos tirantes (fig. 65). Además, se separaban en dos series de hilos:

- Pares
- Impares

que con ayuda de una barra (A) y los pesos (fig. 64), formaban lo que se llama una calada, o sea, un paso del hilo de trama entre ellos.

Para introducir la siguiente calada, había que cambiar la posición de los hilos y se tiraba de otra barra (B), a la que iban atados (fig. 64) unos cordeles con mallas por las que pasaban la mitad de los hilos; los que no pasaban por la malla no cambiaban de posición, mientras que los que sí pasaban por ella formaban la calada con la ayuda de la barra B .

La trama la pasaban a mano con la ayuda de una varilla cilíndrica de madera con los extremos afilados en la que se arrollaba el hilo (fig. 66).

Se han encontrado restos arqueológicos de estos telares en Asia y Europa.

Tipo b).- El otro tipo de telar, además de plegar el tejido en la parte inferior, tenía alguna otra diferencia con el anterior, como es lo que se refiere al uso de otra barra C para la formación de la calada, la introducción de un plegador para recoger la tela ya confeccionada, el plegador del hilo y diver-

sas variantes en el movimiento de los hilos para obtener ligamentos variados distintos del "tafetán", que es el que primero se hizo.

Hubo muchas variantes de telares según los lugares, pero éste es el esquema básico de funcionamiento.

Algunos supervivientes de este estilo de telar quedan vigentes hoy día entre los lapones, los habitantes de las islas Färoe y de Islandia hasta hace poco.

Se conservan muchos ejemplares de los "pondera" usados en la zona del Mediterráneo que indican la gran variedad de modelos existentes: desde simples piedras redondeadas con una perforación, de piedras mayores aplanadas con una o dos perforaciones, hasta las de simple barro cocido de formas muy variadas.

A las diversas variantes de telares, con el transcurrir del tiempo, fueron añadiéndose nuevos aditamentos que perfeccionaban el mecanismo del ingenio. Por ejemplo: remontándonos a 1.490, aparecen los primeros intentos de mecanizar el sistema. Se sabe que Leonardo ideó un mecanismo que empujaba la lanzadera hasta media calada en donde era recogida por una segunda lanza que la llevaba al otro extremo. No cabe duda de que es el antecedente de las modernas máquinas de tejer.

Pasando a 1.586, hay telares mecánicos de cintas que llegaban a tejer simultáneamente 50 cintas. Se hicieron muy populares en Holanda hacia 1.604 (de ahí la denominación de "telares

holandeses") aunque, en los primeros momentos, no solo en Holanda sino también en Inglaterra y otros países a los que llegó, fueron criticados por el desempleo que ocasionaban. En Suiza se introdujeron posteriormente.

Los avances que han supuesto los sucesivos inventos ideados por hombres de distintos siglos, han desembocado en la actual mecanización de los telares existentes hoy día que responden a las exigencias de la tecnología imperante en los finales del siglo XX.

2.2.1.d. Telar mecánico

En el siglo XVIII se consumó la gigantesca transformación de la técnica del textil al hacer irrupción la era de las máquinas convirtiendo la antiquísima artesanía casera en la moderna industria actual.

El técnico Jhon KAY inventó en 1.733 la "lanzadera rápida" que conducía el hilo de la urdimbre a través de la trama sin necesidad del apoyo de la mano. Un mecanismo que funcionaba como una catapulta, la hacía deslizar a gran velocidad en las dos direcciones mecanizando, de este modo, uno de los procesos textiles de mayor importancia.

Diez y seis años más tarde, el carpintero-tejedor James HARGREAVES en 1.767, construyó una máquina de hilar manual de 16 husos causando gran revuelo entre los hiladores tradicionales, hasta tal punto que hubo de huir para salvar su vida.

Pero en 1.789 Richard ARKWRIGHT construye una máquina de hilar, con la colaboración de un relojero y un herrero, mucho más perfecta que la de Hargreaves. También padeció las iras de los enemigos del maquinismo, pero no cesó en su empeño. En 1.790 equipó sus instalaciones con las máquinas de vapor (inventadas por James WATT en 1.776) y cuando falleció, en 1.792, era millonario.

Mejoras y nuevos inventos fueron añadiéndose sucesivamente a los diseños existentes hasta llegar a la eclosión de la revolución industrial del siglo XIX.

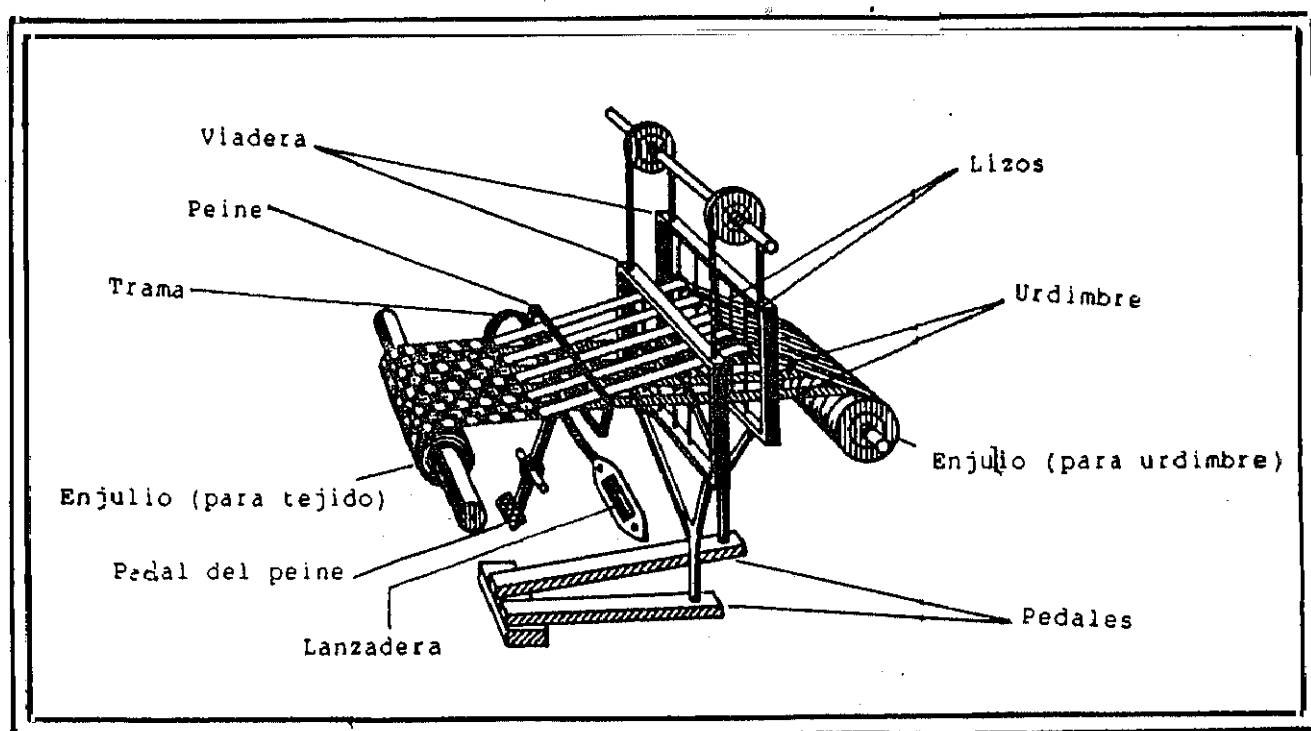


Fig. 67.- Telar más moderno

2.3. EL TEJIDO

El resultado de esta primitiva industria ideada por los hombres de una época tan lejana, es la confección de una estructura que ofrezca la posibilidad de cubrir las necesidades existentes de forma tan perentoria en aquel momento, con garantía de duración, resistencia y, posteriormente, introduciendo elementos de estética que embellecieron un objeto de primera necesidad.

No hay que olvidar que la raza humana, si bien primero ha intentado solucionar las necesidades que se le fueron presentando, una vez superada esta primera fase, indefectiblemente ha incorporado cuantos elementos ha considerado necesarios para lograr que los útiles fabricados fuesen, además, bellos.

Con la industria textil ocurre lo mismo. Primeramente se elaboraron tejidos sencillos; eficaces pero sencillos. Una vez dominada la técnica no tardó en aparecer el elemento ornamental que dió lugar a numerosos estilos definidos, propios de comunidades o áreas geográficas que posibilitan el conocimiento histórico de quienes los confeccionaron, así como sus niveles cultural y artístico.

Pero lo fundamental es la confección del TEJIDO, de la tela que, como es sabido, consiste en entrecruzar hilos de URDIMBRE y TRAMA según cierta disposición o sistema que da lugar a diversos tipos de ENTRAMADO. La complicación de los mecanismos de los telares ideados en épocas diversas, ha tenido siempre la

triple finalidad de:

- mecanizar el sistema.
- buscar variantes al sistema inicial y mecanizarlas.
- facilitar la operación buscando rapidez y comodidad.

Veamos, a continuación, los tipos básicos de entramado para obtener tejidos.

2.3.1. Diferentes estructuras de entramados

ENTRAMADO LISO O "TAFETAN A LA PLANA"

Es el entramado más antiguo y el más simple. La trama pasa por encima de un hilo de urdimbre y seguidamente, por debajo del que viene a continuación. En la vuelta siguiente se hace igual pero alternando: el que antes pasaba por encima, ahora lo hace por debajo, con lo cual el tejido adquiere el aspecto característico de damero que, en lenguaje técnico, se expresa así: 1 x 1. La diferencia de grosor entre los hilos de urdimbre y trama hace que no presente forma de cuadrado regular.

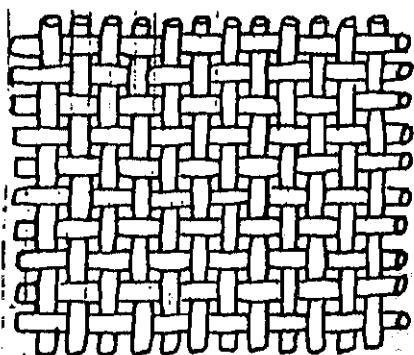


Fig. 68 Entramado liso, 1 x 1.
Tafetán a la plana

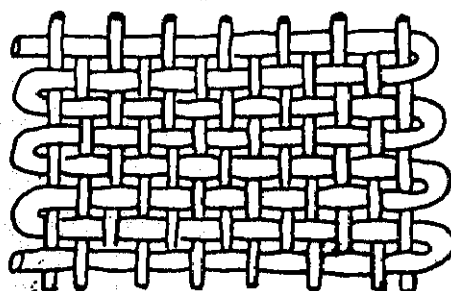


Fig. 69.- Entramado liso con desigualdad
de grosor entre urdimbre y trama

Dentro de este tipo de entramado se pueden introducir algunas variantes cuya finalidad puede ser, por una parte, hacerlo más resistente, y por otra, posibilitar la búsqueda de elementos estéticos que realcen la calidad del tejido obtenido. He aquí algunos ejemplos:

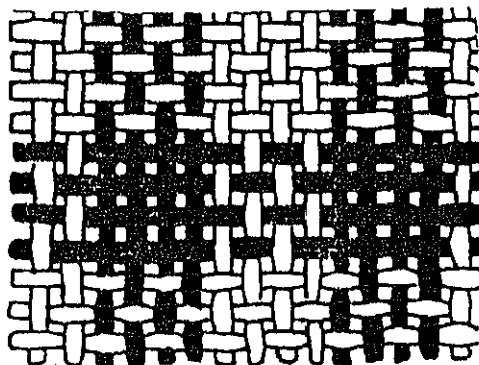


Fig. 70.- Entramado liso en diseño

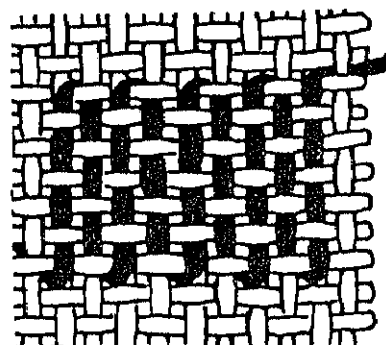


Fig. 71.- Entramado liso en diseño

El efecto decorativo en estos dos casos se ha conseguido combinando hilos de distinto color para urdimbre y trama o bien alternándolos para conseguir un diseño determinado.

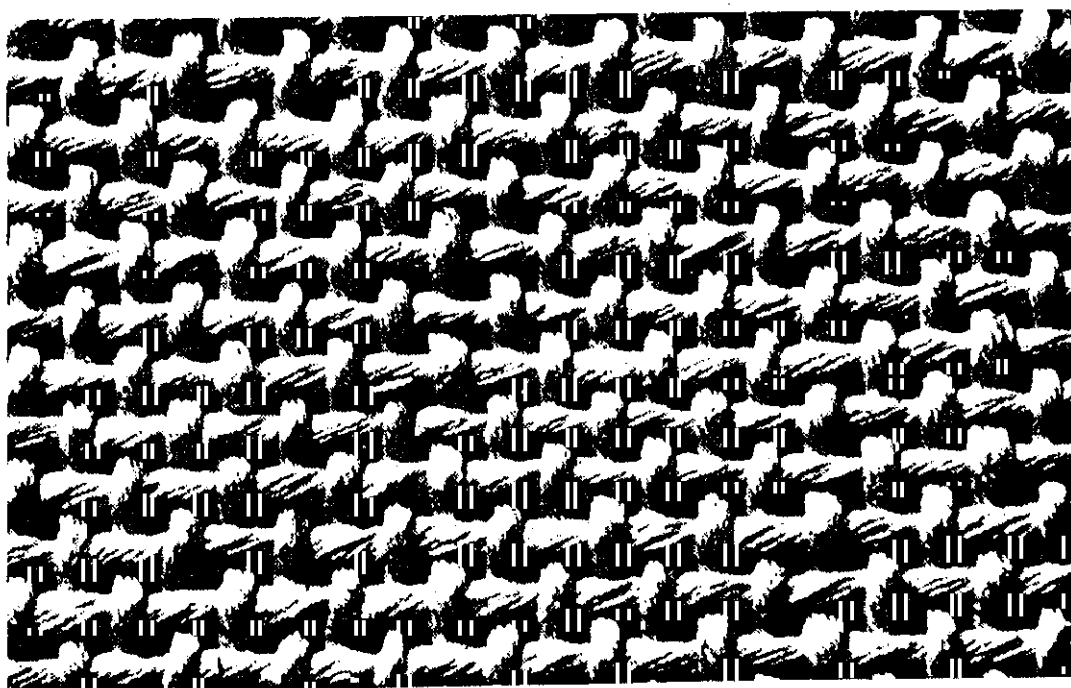


Fig. 72.- Entramado "TAFETAN A LA PLANA" , 1 x 1

En la figura que hemos visto anteriormente se puede comprobar cómo es un tejido según la estructura descrita. La representación está realizada con gran aumento y bajo una luz tangencial que permite apreciar con más claridad la disposición de los hilos.

Las primeras variantes a la estructura, independientemente del añadido o no de hilos de color, serían estructuras como éstas:

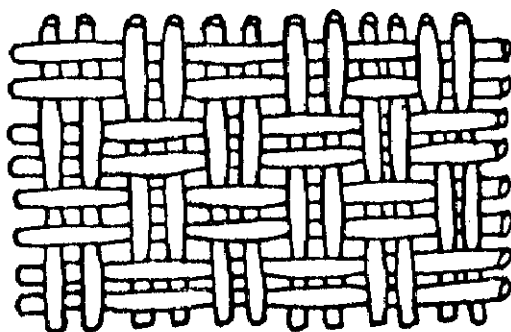


Fig. 73.- Entramado liso, 2 x 2

Una variante interesante es el "BROCADO" en la que el hilo de color va superpuesto a la tela lisa ya realizada saltando sobre tres hilos de urdimbre y pasando bajo uno: 3 x 1. Puede darse este efecto tanto en la urdimbre como en la trama, denominándose a este sistema como "flotante".

El material idóneo para el entramado liso es el lino del que se pueden obtener hilos muy finos y resistentes, de ahí que, tal vez, a este entramado se le denomine frecuentemente "TEJIDO DE LINO O DE LIENZO", cosa que queda reflejada en otras lenguas:

alemán: "leinenbindiges Gewebe".

inglés: "linen-weave".

Esta idoneidad para el entramado liso, dada su mejor conservación que la lana, puede explicar la mayoría abrumadora de tejido liso que se ha realizado.

ENTRAMADO CRUZADO O "EN SARGA"

La organización del entramado cruzado es más compleja. Consiste en el paso alternativo del hilo de trama por encima y debajo de dos hilos de urdimbre o sobre dos de urdimbre y uno debajo: 2 x 1, desplazándose todo el sistema un hilo a derecha o a izquierda en la vuelta siguiente. De esta forma se crea una sensación de líneas transversales que muchos autores llaman "EN SARGA".

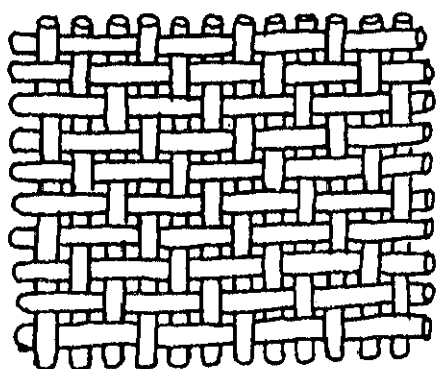


Fig. 74.- Entramado cruzado o en sarga, 2 x 1

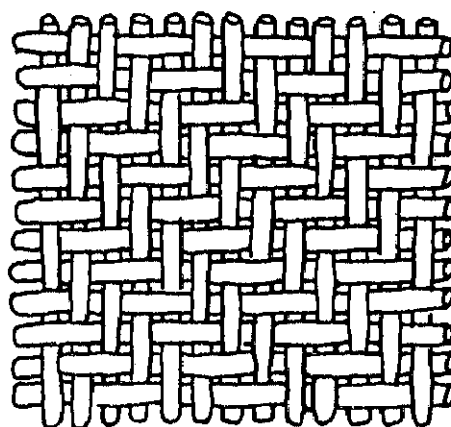


Fig. 75.- Entramado cruzado o en sarga, 2 x 2

Este entramado también permite la introducción de variantes pudiéndose emplear bloques de 3 x 3 ó de 4 x 4 que no son obstáculo para que el sistema siga siendo el mismo.

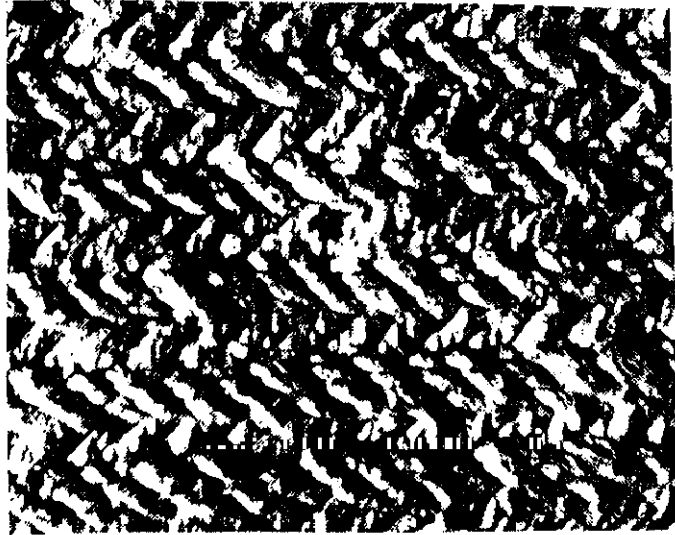


Fig. 76.- Tejido "en sarga" visto con luz tangencial

Se pueden conseguir efectos especiales con el entramado "en sarga" como son las variedades llamadas "dientes de lobo" (fig. 78 y 79) y "entramado en rombos" (fig. 77).

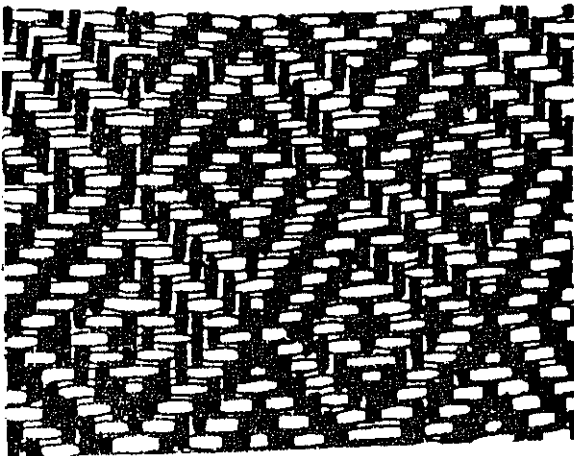


Fig. 77.- Entramado en rombos

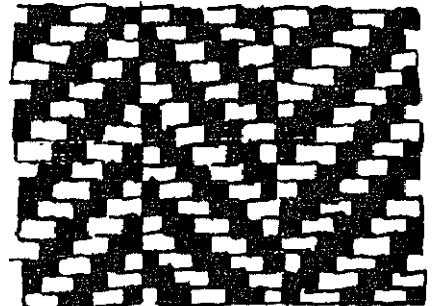


Fig. 78.- Entramado en diente de lobo en sentido horizontal

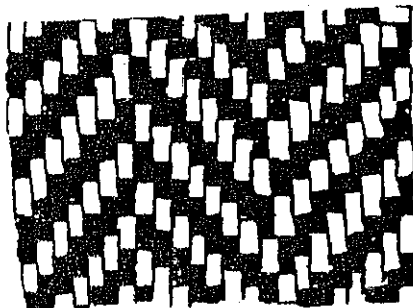


Fig. 79.- Entramado en diente de lobo en sentido vertical

Llevando estas descripciones al campo de la pintura, que es el que nos interesa, encontramos que el entramado "LISO"/"TAFETAN", sin derecho ni revés, ha sido mucho más utilizado que los de tipo "en sarga" predominando su uso en Flandes, Francia, Italia, mientras que es frecuente encontrar el tejido "EN SARGA" en la Inglaterra del siglo XVIII.

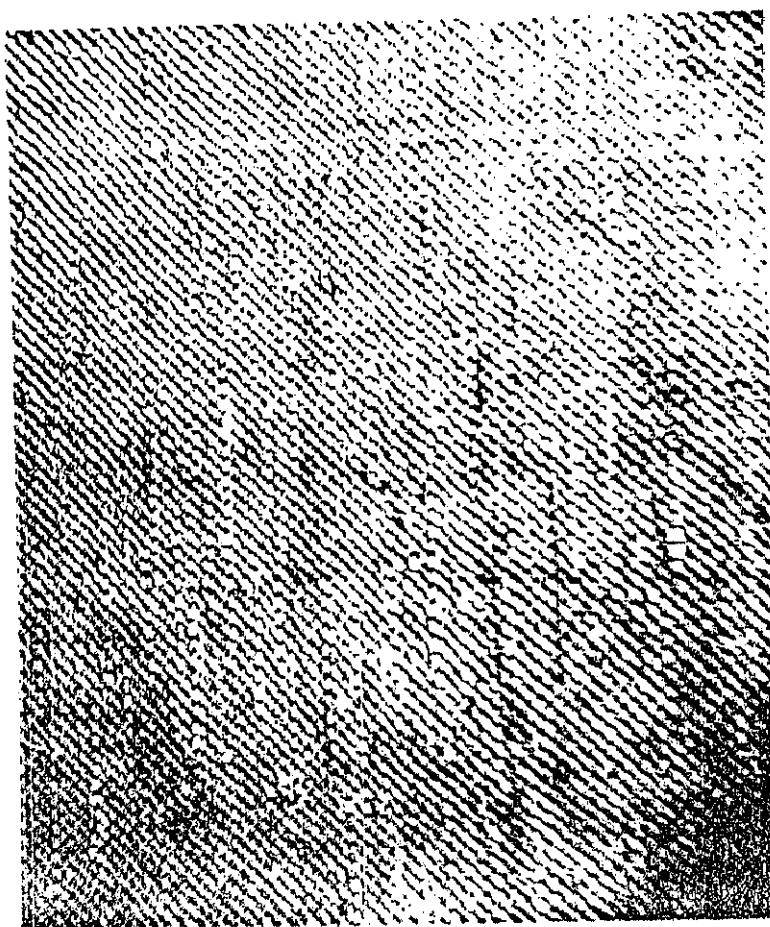


Fig. 80.- Revés de un cuadro del siglo XVIII con entramado "en sarga"

Diversas variantes del entramado "en sarga" se han utilizado como telas destinadas a recibir una composición pictórica sobre ellas, tal como lo demuestran los numerosos testimonios documentales que existen en los laboratorios de algunos museos

dados a conocer a través de publicaciones especializadas en el campo de la investigación para la conservación de obras de arte. He aquí una breve muestra que recoge ejemplos variados:



Fig. 81.- Entramado "en espiga" marcado en las capas de color

El tejido realizado de forma que el entramado describa un diseño en zig-zag, como una espiga, de donde ha recibido el nombre, también pertenece a la misma época en tiempos de Veronés. Las variaciones que puedan producirse en la superficie pintada debidas a la humedad, son equilibradas por el sentido variable de los hilos en zig-zag. (fig. 81)

Otros diseños variados aparecen en pinturas entre otros, de Murillo, Zurbarán, boloñesas de siglo XVII, etc. de las que expongo algunos ejemplos ilustrativos.

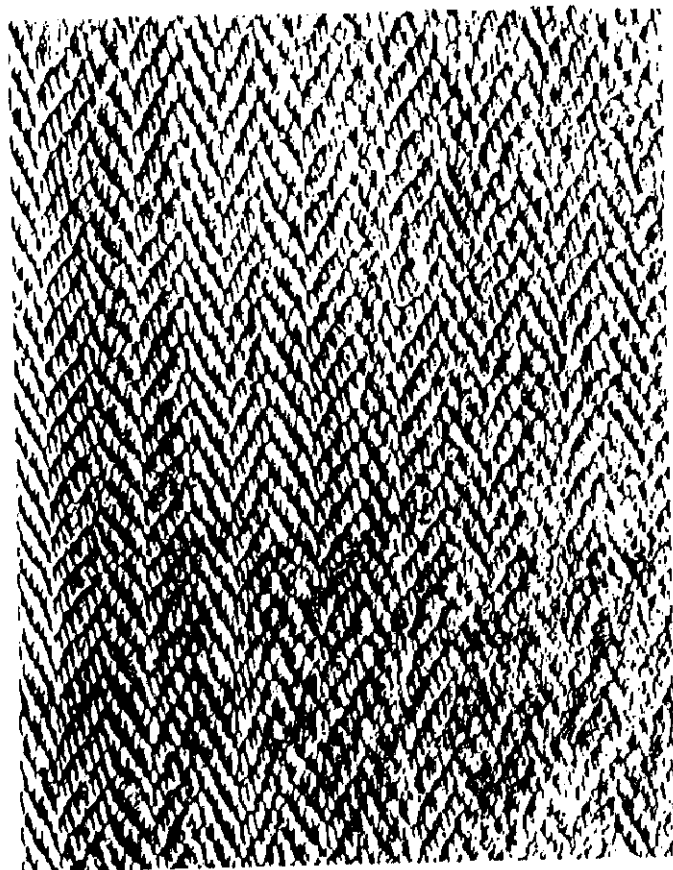


Fig. 82.- Entramado frecuente en cuadros de gran formato del tiempo de Veronés. Este tejido en zig-zag equilibra las variaciones superficiales debidas a los cambios de humedad.

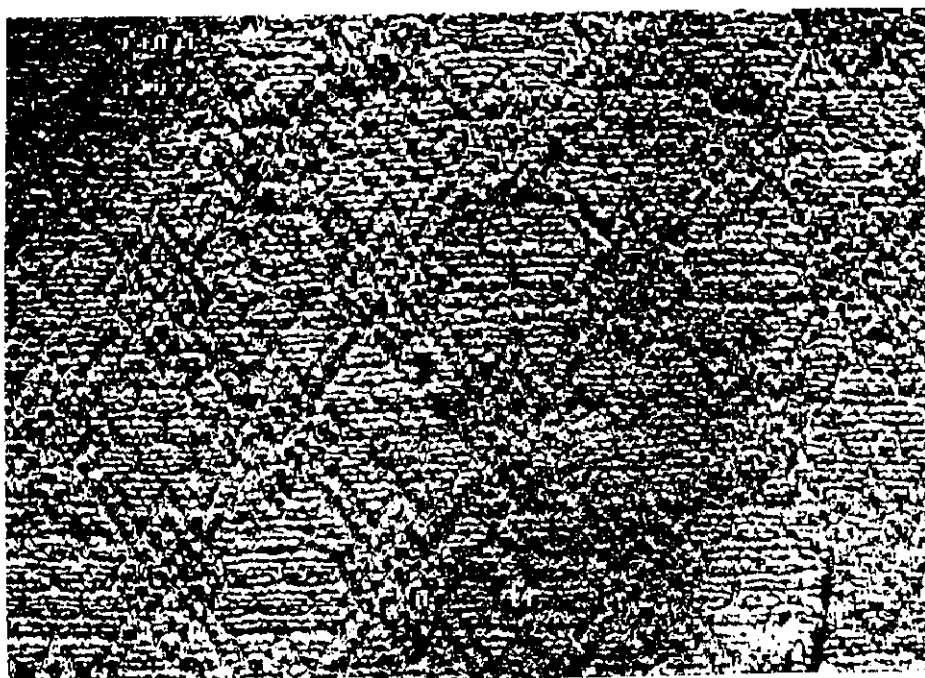


Fig. 83.- Soporte de tela del tipo mantelillo, usado por Zurbarán

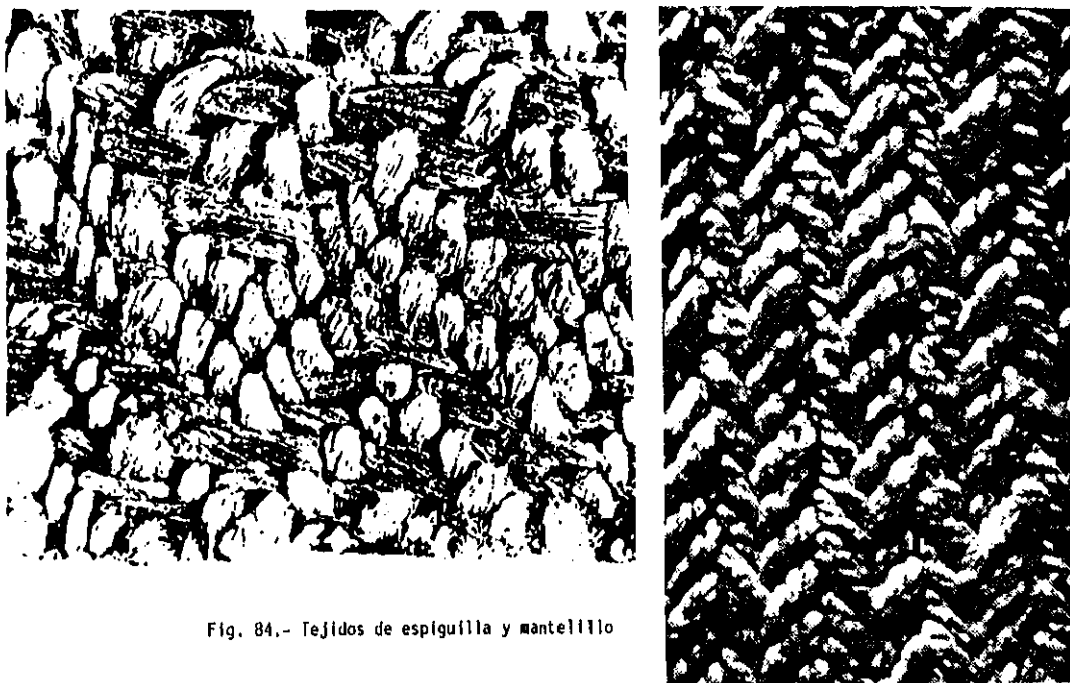


Fig. 84.- Tejidos de espiguilla y mantelillo

Con motivo de proceder a la nueva instalación del cuadro de El Greco "El enterramiento del Conde de Orgaz" en la iglesia de Santo Tomé en Toledo por el personal especializado del ICROA de Madrid, se realizó un estudio completo del mismo. Uno de los elementos integrantes del cuadro fué, obviamente, el soporte original empleado por El Greco para la ejecución de su obra, corriendo a cargo de M^a Socorro MANTILLA DE LOS RIOS DE ROJAS el estudio del mismo, así como el de las telas de forración publicado en "Informes y Trabajos del Instituto de Conservación y Restauración de Obras de Arte nº 13. El entierro del Conde de Orgaz. Nueva instalación, estudio científico y tratamiento".

La metodología de estudio y análisis de las muestras del tejido se hizo siguiendo las normas dadas por el Centro Internacional de Estudio de Tejidos Antiguos (C.I.E.T.A.) situado en el Museo Histórico de Tejidos de Lyon (Francia).

Muestra nº 1

TELA DEL CUADRO. Comprende los apartados I al VI, destacando entre ellos:

VII.- La decoración es a base de motivos geométricos.

VIII.- Su contextura es de "rombo complejo".

URDIMBRE: Una sola. Lino. 1 cabo. Z. Cruzado. Hilos/cm.: 17.

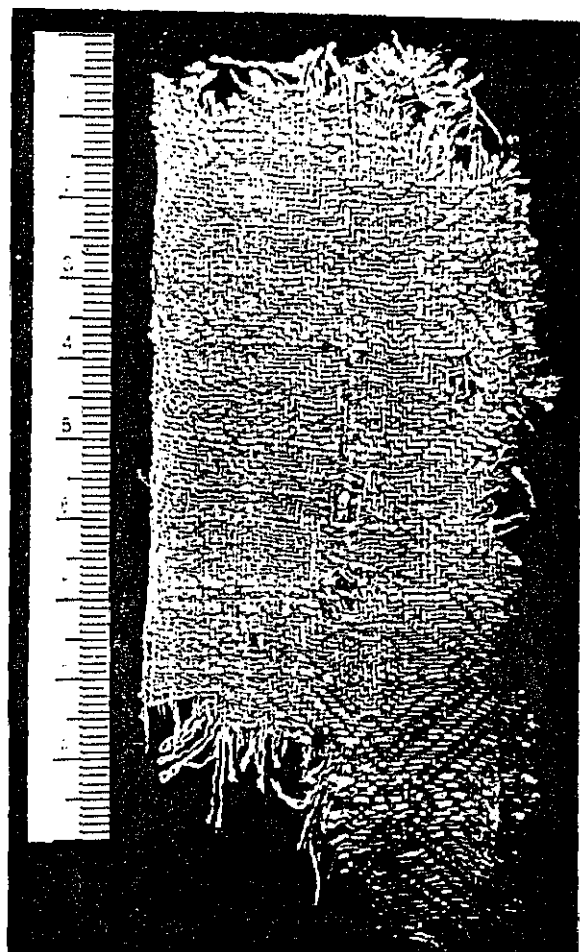


Fig. 85.- Aspecto de un fragmento de la tela original del "Entierro del Conde Orgaz"

TRAMA: Una sola. Crudo. 1 cabo. Z. Pasadas/cm.: 16.

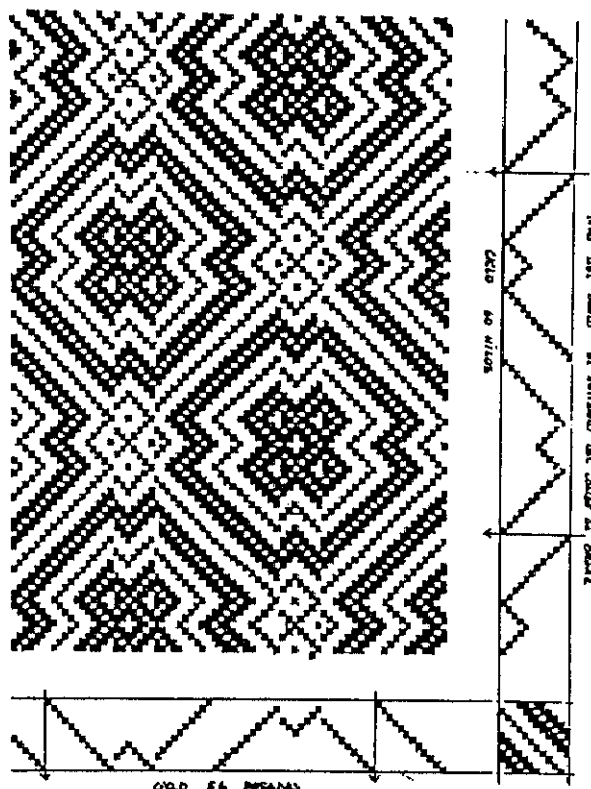
CONSTRUCCION: Ver el diagrama adjunto. Ciclo de evolución: 60 hilos - 56 pasadas.

X.- CONDICIONES DE EJECUCION: telar de 12 tizos. Remetido a punta.

XI.- COMENTARIOS CONCERNIENTES A LA EJECUCION: ".... este rombo se puede denominar con base de sarga de 3 x 1, 3 x 2, 1 x 2, ..."

Esta variante del entramado "en sarga" ha sido denominado con el nombre de "ROMBO COM-
PLEJO".

Fig. 86.- Diagrama de la tela del cuadro "Entierro del Conde Orgaz"



Con frecuencia es imposible apreciar a simple vista cuáles son las características del tejido de una tela soporte de pintura debido a que han sido sometidas a forración o se les han adherido planchas de madera o similares en diversas épocas. Sin embargo, es posible conocerlas por medio de la huella visible que han dejado en la pintura que sustentan ya que la grasa, la suciedad y el barniz, se han acumulado en los huecos acentuando el tipo de entramado. Puede verse claramente a través de las fig. 81, 87 y 88; en el caso de la estructura "TAFETAN" de las fig. 87 y 88, se suele llamar "pavimentosa" (del francés "pavimenteuse") o formada por la yuxtaposición de pequeños cuadros de pintura evocando un pavimento. La pintura se ha agrietado en las zonas altas que corresponden a los puntos más elevados de los hilos de urdimbre y de trama y queda

hundida en el pequeño cuadro que va formando el entrelazado de los mismos.

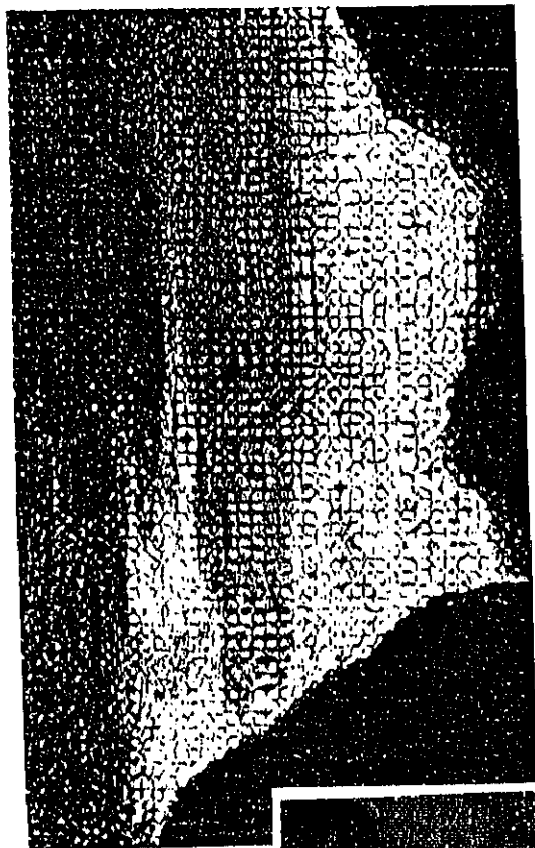


Fig. 87.- Iela de estructura pavimentosa en la que el grano del lejido aparece en relieve. El barniz se acumula en las zonas hundidas y al envejecerse y oscurecer, forma una retícula que marca el diseño del entramado.



Fig. 88.- Estructura pavimentosa marcada en la pintura

Teniendo presente estos ejemplos, es preciso destacar un aspecto interesante que cobra gran importancia en un tejido por su repercusión en la estética de la pintura depositada sobre él. Me estoy refiriendo al término "TEXTURA" que no es más que la disposición y orden de los hilos de una tela.

La textura está en función del grosor de los hilos y de su separación pudiendo decirse que, según este enfoque, el tejido puede ser:

- apretado
- igual
- flojo

Las telas de los venecianos del siglo XVI tienen una textura apretada y gruesa; las de Caravaggio y Poussin la tienen floja lo cual da a la superficie pintada la estructura "pavimentosa" que aparece en las figuras anteriores, unido a que la imprimación, bastante cargada, va extendida con espátula. Sin embargo, las telas de los pintores franceses del siglo XVIII tienen una textura igual y fina.

La elección que hace el artista del tipo de tela a emplear para la ejecución de sus cuadros es de gran importancia para la estética de la obra ya que la luz, al incidir sobre la superficie pintada, crea un juego de contrastes luz sombra que puede llegar a constituir un valor añadido a los demás derivados de la calidad plástica y técnica de la obra.

2.4. USO HISTORICO DE LA TELA COMO SOPORTE DE PINTURA.
TEXTOS HISTORICOS

El empleo de la tela como materia integrante de una obra pictórica o de objetos artísticos, se remonta bastante lejos en el tiempo. Podríamos considerar como uno de los primeros ensayos de tejidos pintados — aunque este concepto encaje más bien en lo referido a la decoración de tejidos — a una tela hallada en Tebas que data del año 1.594 a.C. No era ni una mortaja ni un vestido, sino, probablemente, una colgadura mural o tienda de campaña. Pintada en rojo y azul, era rígida y no lavable.

(10)

Este ejemplo puede ilustrar el concepto de la tela como "SOPORTE", es decir, teniendo en cuenta que su función específica es la de servir de continente a una pintura. Con tal fin se usó la tela en el Egipto helenístico y romano.

De aquellos lejanos tiempos artísticos existen documentos que nos permiten comprobar cuál era el grado de amplitud sobre el arte en general y su técnica de aplicación en la práctica que poseían los artistas de entonces. Estos documentos, a veces, están llenos de mitos y aseveraciones no comprobadas que, incluso en sus épocas, fueron fuente de disputas. Esto implica el que, en algunos casos, haya que tomarlos con cierta precaución.

Haciendo un breve recorrido en el tiempo, se pueden citar autores de la Antigüedad clásica hasta llegar a los tiempos del

Renacimiento y Siglo de Oro que son las épocas en las que se escribieron los clásicos Tratados sobre la técnica e, incluso, la filosofía del arte y del artista. He aquí algunos:

- THEOPHRASTO. Siglo IV a.C. Trata en sus escritos de algunos pigmentos. Sirvió de fuente de información a Plinio el Viejo.
- MARCO LUCIO VITRUVIO. Siglo I a.C. Arquitecto latino. Escribió el tratado "De Architectura" en 10 libros, en el que trata también de ingeniería hidráulica. Incluye pasajes acerca de materiales usados por los romanos y sobre la técnica del fresco. Su obra puede calificarse como de un resumen ecléctico de varias fuentes griegas destacando principalmente a Hermodoro (siglo II).

De las 10 partes de que consta su obra, la segunda y séptima tratan de los materiales y técnicas propios de la pintura mural a los que dedica varios capítulos para explicar la forma de hacer los adobes que conformarán el muro; cómo deben ser la arena y la cal adecuadas a esta técnica; los tipos de edificios y la madera que ha de ser utilizada en su construcción. Esto en el libro segundo.

En el séptimo explica cómo deben manipularse los materiales de la técnica mural; enlucidos; de la naturaleza y elaboración de los colores aptos para pintar sobre los anteriores.

La primera versión al castellano data de 1.787 traducido del latín y comentado por D. Joseph ORTIZ y SANZ, aunque en

1.761 Joseph CASTAÑEDA hiciera una traducción de una edición francesa de Perrault y existiera otra de Martín de Urrea de 1.582, a partir del latín.

- PLINIO EL VIEJO. Siglo I (23-79 d.C.). Cecilio SEGUNDO llamado ... En sus obras trata de temas químicos, de historia del arte. Su obra supone una recopilación del conocimiento artístico de su época con datos tomados de los griegos y de Vitruvio. Escribió "Historia Natural" en 37 libros, auténtica enciclopedia del mundo de la Naturaleza, texto muy valioso ya que junto a Vitruvio y Cetus Fabentinus, componen las fuentes de información de los textos clásicos.

Algunos temas tratados por Plinio el Viejo relacionados con técnicas artísticas son:

- Mármoles veteados y su utilización en Arquitectura (Libro XXXVI).
- Obtención del oro (Libro XXXIII) y de su empleo por los artistas.
- Obtención y clases de colores (Libro XXXIII, XXXIV y XXXV), así como también la fusión de metales y escultura de bronce.
- Técnica de la encáustica (Libro XXXV).

A destacar, desde el punto de vista de este trabajo, es el tema dedicado a la "Técnica egipcia para teñir telas" (Libro XXXV), siendo ésta una de las pocas ocasiones — si

no la única — en la que Plinio habla del arte de teñir tejidos. Dice así:

"En Egipto se tiñen las telas con un procedimiento muy original. Las telas, en un principio blancas, se abatanan y después se recubren no de colores, sino de mordientes que, aplicados así, no aparecen en las telas; a continuación se las sumerge en una caldera de tinte hirviendo y un instante después se retiran enteramente teñidas: esto es lo admirable, que habiendo un solo color en la caldera, la tela que sale de ella es de diferentes colores según sea la naturaleza de los mordientes; y estos colores no desaparecen con el lavado.

Así la caldera que, sin ninguna duda, habría hecho un solo color de varios si se hubieran sumergido en ella telas ya pintadas, hace varios de uno solo. Al mismo tiempo hay cocción y tintura y los tejidos que han experimentado este tipo de cocción se vuelven más sólidos que aquellos que no hubieran sido sometidos a ella".

El libro más útil como información, en castellano, sobre la obra de Plinio es el "Arte de la Pintura", de Francisco Pacheco, pues aparecen en él muchas citas de Plinio tomadas de Pablo Céspedes que estudió los textos antiguos directamente; parte de sus poemas son conocidos porque Pacheco, amigo suyo, recogió varios fragmentos.

- Un tratado de Botánica farmacéutica titulado "Acerca de la materia médica" cuyo autor es DIOSCORIDES (siglo I d.C.) en que aparecen descripciones de productos naturales haciendo mención de algunos pigmentos, aceites, resinas, gomas y disolventes.

Estos son los autores y escritos que mejor exponen el cono-

cimiento artístico de la antigüedad griega y romana.

La Edad Media introdujo principios diferentes a través de los cuales se entiende que la idea de Dios y por ende la espiritualización de toda obra humana, invadió la vida y la producción artística medieval. El arte en sí, el aspecto puramente estético, no era tan importante como el concepto o la teoría estética, lo cual se tradujo en la aparición de tratados impregnados de mística, inventarios iconográficos, compendios del aspecto práctico de la actividad artística resaltando la procedencia de los materiales. Es época muy interesante en cuanto a la producción de textos sobre técnicas artísticas, ya que sus autores dedicaron más atención al aspecto técnico y religioso de la obra de arte que al puramente estético.

Sin embargo, el pensamiento estético medieval ya puede encontrarse en textos de San Agustín (siglo IV), Plotino (siglo III) y Santo Tomás (siglo XIII), en los que la idea de copiar o imitar a la Naturaleza — propia de la Antigüedad — se ve sustituida por la de emanación divina, la exaltación de la imaginación creadora, la exaltación de los sentidos que propician el "almacenaje" de ideas. También San Isidoro de Sevilla (siglo VII), en sus "Etimologías" redactadas entre los siglos VI-VII, tiene una parte dedicada a la pintura, a las decoraciones de estuco y a la Arquitectura recalcando los conceptos de Vitruvio, al menos en parte.

También merecen ser citadas:

- El "Capitulare de Imaginibus" que va contenido en los

"Libros Carolinos" redactados en el último decenio del siglo VIII por deseo de Carlo Magno con el fin de justificar el uso de imágenes religiosas contra los iconoclastas.

- Más o menos coetáneo del anterior está el "Manuscrito de Lucca" del siglo VIII, cuyo título es "Compositiones ad tingenda musiva, pelles et alia, ad deaurandum ferrum ad mineralia, ad chrisographiam, ad glutina, quaedam conficienda alique artium documenta ante annos nongentos scripta". Es una recopilación desordenada de recetas escrita en un latín inculto lleno de términos griegos. Fué encontrado en Lucca, en la Biblioteca de los Canónigos de L.A. Muratori que lo publicó en Milán en "Antiquitates Italicae", en 1.739, y puede considerarse como el anillo de unión entre los recetarios artístico-tecnológicos de la época helenística y los esencialmente técnicos del medioevo.
- Del siglo X o del XI es el "Mappae Clavicula" (llave de la pintura). Es un tratado anónimo redactado posiblemente por un miniaturista de la Abadía de San Gallo (Lehmann) compuesto de dos partes: en la primera — principal — aparecen nociones de química y de técnicas artísticas y en la segunda, contiene varias prescripciones sobre la pintura.

La analogía de este tratado con el de Heraclio parecen confirmar la hipótesis de una matriz común a ambos constituida, indudablemente, por la tradición clásico-helenística a la que se han añadido noticias derivadas de diversas fuentes y de disparatadas tradiciones técnicas medievales.

Como ejemplo de texto técnico recetario hay que citar "De coloribus et artibus Romanorum" de HERACLIO del siglo XII (X para G. PERUSINI), autor, además, de "Historia Naturalis" y de "De Aritmetica". En "De coloribus" se trata de miniaturas, dorados, cerámicas y colores y contiene numerosas recetas sobre la fabricación de colores, el modo de pintar y la elaboración de metales y piedras preciosas.

Otro compendio de técnicas artísticas es el escrito por el monje benedictino TEOFILO (siglo XII, para algunos del XI), en el que aparece la descripción de la técnica de la pintura mural y miniaturas, obra descubierta en la biblioteca de Wolfenbüttel en 1.774 y publicada en ese mismo año. Es una obra más orgánica y ordenada que las precedentes que refleja la riqueza y variedad del mundo artístico y cultural románico. Trata de la fabricación de pinturas, del vidrio y de otros temas de técnicas relacionados con oficios artísticos desarrollados en talleres.

Las ediciones más importantes son las de C.R. DODWELL ("Teophilus", "De diversis artibus", Nelson and Sons, Londres y Edimburgo 1.961) y J.G. HAWTHORNE y C.S. SMITH ("On divers arts", Chicago 1.963).

En la primera mitad del siglo XIII hay tres escritos que tratan de la producción de objetos artísticos o de arte:

- "De ecclesiae aedificatione, ornatu et utensilibus seu de officiis ecclesiasticis summa", de SICARDO Obispo de Cremona (muerto en 1.225), en el que se encuentran indicaciones

muy precisas acerca de edificios y objetos de arte destinados al uso litúrgico.

- "Livre de portaiture", de VILLARD DE HONNECOURT, arquitecto francés de la primera mitad del siglo XIII. En esta obra los datos técnicos priman sobre los religiosos, referidos principalmente a Arquitectura.
- "Speculum maius", de VICENTE DE BEAUVOIS. Es una enciclopedia universal dividida en tres partes, en la última de las cuales se incluyen definiciones teóricas sobre la pintura, escultura y arquitectura que toma conceptos ya expresados en las "Etimologías" de San Isidoro y de Vitruvio.

En los finales del siglo XIII está el "Liber magistrii petri de sancto audemaro de coloribus faciendus", escrito por un monje que vivió en la Francia septentrional ya que contiene algunas recetas típicas de aquella parte, mientras que otras son una clara derivación de la "Schedula" o de "Mappae Clavicula".

También tiene gran relevancia el recetario del monje DIONISIO DE FURNA, del Monte Athos, autor de la "Hermeneia tes Zographikes", encontrado en el siglo XIX y en el que se expone la tradición de la pintura bizantina. Además de las numerosas recetas, incluye un repertorio iconográfico. (11)

En la primera parte explica diversos procedimientos técnicos; en la segunda expone meticulosamente los rígidos preceptos de la iconografía bizantina y en la tercera trata del modo de

distribuir en las iglesias las pinturas sacras.

Ya en el siglo XV, tenemos el último gran recetario importante de la Edad Media: "Tratado de la pintura. El libro del arte", cuyo autor es Cenino CENINI, pintor discípulo de Agnolo Gaddi, que desarrolló su actividad en Florencia y Padua. Sin embargo no es conocido como pintor — pues nada se sabe de su producción artística — sino como tratadista incluyendo como conceptos interesantes en su obra, a la Naturaleza como guía, la importancia de la fantasía y la libertad del artista.

En su tratado toca prácticamente todas las técnicas que se desarrollaban en su época, siendo un excelente expositor de los niveles técnicos alcanzados en la práctica del arte.

Hay tres copias de su manuscrito traducidas en las ediciones siguientes:

- "Di Cenino Cenini. Trattato della pintura. Meso in luce la prima volta con annotazioni" dal Cavaliere Giuseppe Tambroni, Roma 1.821.
- "Il libro dell'arte o trattato della pittura di Cenino Cenini da Colle Valdelsa; di nuovo pubblicato con multi correzioni e coll'aggiuntadi piu capitoli tratti dai codici fiorentini". Carlo e Faetano Milanese, Florencia 1.859.
- "Cenino Cenini da Colle Valdelsa, Il libro dell'arte. Edizione riveduta e corretta sui codici". Lanciano, R. Carra-bba, 1.913.

De esta obra se han hecho muchas traducciones. (Se exponen más detalles de la obra mencionada de Cenino Cenini, en el capítulo dedicado a las imprimaciones).

Hay algún otro texto medieval interesante como es el caso de:

- "De Universo", de Rabano MAURO, teólogo y filósofo alemán (año 780-856). Es un tratado enciclopédico en el que aparecen definiciones sobre elementos arquitectónicos y técnicos.
- "De arte Illuminandi", de finales del siglo XIV, recetario de técnicas pictóricas propias de la miniatura, pues el autor era un miniaturista anónimo de finales del 1.300, en el que se ofrece un estudio de los colores naturales y artificiales, yeso, oro, aglutinantes y procedimientos, todo ello personalmente comprobado por el autor, frente a tratados anteriores que contiene con frecuencia, mezclas de recetas razonables junto a inverosímiles fantasías alquímicas.
- El manuscrito anónimo titulado "Secretos para colores", conservado en la biblioteca de Santo Domingo en Bolonia. Data de la primera mitad del siglo XV y está dividido en varios libros que hablan de pintura, tintes, mosaico, vidrio y cerámica.
- "Experimenta Coloribus", de Jean LE BEGUE, 1.431. Es un manuscrito en el que se recopilan trabajos hechos por un

tal Jean ALCHERIUS (fines del XIV y comienzos del XV), del que cabe destacar lo referente a la preparación de colores aguados para pintar y teñir TELAS.

El interés de esta cita radica en que, en principio, se poseen pocos datos acerca de este procedimiento y, luego, porque está relacionado en cierto modo con el tema objeto de este trabajo, aunque aquí no se trate del teñido de telas.

He aquí lo que se dice al respecto.

Habla primeramente de la forma de hacer colores aguados: agua negra, agua roja, agua violeta y agua celeste o indigo. Y continúa refiriéndose a las telas.

"Esta es la manera de trabajar con aguas de Inglaterra. Después de lo dicho aparecía lo siguiente en el original: "el ya citado Theodoro, gracias al cual obtuve estas recetas, dijo que en Inglaterra los pintores trabajaban con las mismas aguas sobre telas entretejidas y empapadas de goma arábica, secadas y extendidas después en el suelo de un solarío sobre gruesos trapos de lana y frisa; los mismos que las trabajan se mueven por encima de ellas con los pies limpios, obrando y pintando sobre las mismas imágenes historias y otras cosas.

113.10. Y puesto que las mismas telas, tal como se ha dicho, permanecen extendidas sobre una superficie lisa, al pintar en ellas con aguas coloreadas, éstas no se deslizan ni se esparcen, sino que se mantienen tal como han sido colocadas; la humedad del agua penetra en el trapo de lana, que la absorbe y, de esta manera, las pinceladas hechas con este agua no se esparcen, ya que el engomado realizado a las telas, tal como se ha dicho, impide que las mismas pinceladas se esparzan. Cuando las telas han sido terminadas, su textura no queda dismi-

nuida ni oscurecida, ya que los colores anteriormente citados no tienen tanto cuerpo como para ocultar la textura de las telas".

Con el período del renacimiento el centro de atención se traslada al hombre — aún sin abandonar la idea religiosa — y al estudio de la Naturaleza, maestra y guía del artista dentro de la cual y, a modo de compendio del universo, se encuentra el hombre.

Los diferentes oficios artesanales son el punto de partida para la puesta en marcha de la ciencia y la recién estrenada autonomía del hombre-artista, que hace ciencia a su manera, le posibilita el descubrimiento del mundo exterior y, a la vez, el conocimiento del propio hombre. Así, proliferan tratados sobre los instrumentos utilizados en esa ciencia: matemáticas en su versión del conocimiento geométrico para captar cabalmente las proporciones y la perspectiva.

Dos tratados muy importantes del arte del Renacimiento son debidos a Leonardo DA VINCI (siglo XV-XVI) y ALBERTI, Leon BATTISTA (siglo XV) arquitecto y escritor tratadista de arte.

Leonardo es autor del "Tratado de pintura" muy alejado del típico recetario medieval pues, junto con otros escritos suyos, puede ser considerado como un buen exponente de las inquietudes científicas de la época ya que en ellos se pueden encontrar cuestiones de matemáticas, física, mecánica, hidráulica, ingeniería militar, etc. Con sus teorías sobre la perspectiva y el tratamiento de las sombras, le llevan a la conclusión de que éstas son azules y no negras y al grado de luminosidad de los

colores. En su tratado toca el campo de la pintura abarcando con él todos los problemas del Renacimiento: la pintura como ciencia, la comparación entre las artes, la importancia de la experimentación, la perspectiva aérea,... conceptos todos ellos muy alejados de la preocupación medieval por la preparación de los colores y sus orígenes.

Desde el punto de vista de la historiografía artística, la obra más importante del Renacimiento italiano es "Le vite de'più eccellenti Architetti, Pittori et Ecultori da Cimabue insino a'tempi nostri" de Giorgio VASARI (siglo XVI) en la que, a través de las biografías de artistas, va exponiendo su teoría del arte como si de un proceso evolutivo se tratase contemplando el nacimiento, crecimiento, vejez y muerte. Esta obra es la fuente principal para conocer el arte del renacimiento italiano.

El arte español también produjo tratadistas ilustres con gran peso dentro de este campo concreto; tal es el caso de Francisco PACHECO y Antonio PALOMINO.

- FRANCISCO PACHECO. Siglo XVI-XVII. Escribió "Libro de descripción de verdaderos retratos de ilustres y venerables varones" y "El arte de la pintura".
- ANTONIO PALOMINO. Siglo XVII. Autor de "El museo pictórico y escala óptica".

(Estos dos autores son tratados más ampliamente en el capítulo dedicado a imprimaciones).

Todos ellos son autores importantes por cuanto a través de sus escritos podemos llegar al conocimiento del nivel técnico en materia artística, lo cual permite comprender mejor las producciones artísticas de cualquier época.

La tela en la producción pictórica

En las épocas más antiguas la tela fué considerada como material muy secundario frente a las técnicas murales de los precursores del fresco y de éste como tal y ante el uso de la madera que llegó a ser considerado como el soporte preferido ideal para las composiciones pictóricas no murales. El tejido como soporte fué redescubierto después de un largo período del uso de la madera.

La mayoría de las obras pintadas sobre un soporte textil, emplean como tal telas de lino, seda, alguna vez algodón, cáñamo. En la Edad Media el uso que se daba a la tela impedía su visibilidad, pues ocurría generalmente que en una pintura ejecutada sobre un panel de madera, se encuentra la tela incluida en el estuco de la preparación, tal como aparece en la casi totalidad de los paneles de madera dispuestos para soportar la pintura.

La finalidad perseguida con esta operación era el aislamiento entre la pintura y la madera del panel, cosa que se conseguía mejor con la tela de lino constituyendo, también, la mejor protección de los paneles fundamentalmente ante las variaciones ambientales que tan grave repercusión tienen para la

estabilidad de las capas de pintura. Esto incluso quedaba reflejado en los contratos de trabajo en los que se hacía mención de la colocación de las telas.

Generalmente se empleaba lino aunque alguna vez se menciona el cáñamo, bien que de forma excepcional. La tela era colocada en la parte del panel destinada a recibir la pintura, aunque alguna vez se recubriese también el reverso.

Hay que recurrir a Cenino CENINI para conocer la forma en que se colocaban las telas sobre el panel de madera. En el capítulo XIV de su obra "Tratado de la pintura. El libro del arte", en la página 86, encontramos lo siguiente a este respecto:

"Habiendo ya encolado la tabla, toma una tela de lino, viejo y delgado, lienzo blanco sin grasa ni unto alguno. Elige tu mejor cola; corta o rasga a tiras grandes esta tela; imprégnales de cola y ve extendiéndolas con las manos por encima de los planos del retablo; pero antes quita las costuras y con la palma de la mano allánalo bien todo, y déjalo secar durante unos días".

En estudios recientes, como los realizados por Jacqueline MARETTE publicados en la obra "Connaissance des primitifs par l'étude du bois", se constatan estos datos a través de análisis de laboratorio realizados sobre tablas de épocas anteriores al siglo XVI, concretamente de tablas de la escuela aragonesa del siglo XIII. Esta práctica ya venía preconizada por numerosos autores de la antigüedad como muy conveniente para conseguir resultados óptimos en la confección de los paneles de madera.

También es frecuente encontrar tela en tallas de madera bajo las capas de imprimación y policromía, siendo el lino la fibra textil preferentemente usada, a juzgar por los datos emanados de las investigaciones realizadas en procesos de restauración.

Fig. 89.- La ilustración corresponde al Crucifijo de Cimabue (s. XIII) muy afectado por la inundación del Arno en Florencia en 1,966. La tela de LINO va adherida a la madera del soporte recibiendo sobre ellas las capas blancas de imprimación que sustentarán la película pictórica, tal como indica Cenino Cenini.



La pintura sobre tela ya se practicaba al final de la antigüedad sobre todo en los estandartes en los finales del

medievo con ejemplos pintados casi siempre sobre seda (estandarte de San Justo hacia 1.250 conservado en la catedral triestina), si bien su mayor difusión se produce a finales del siglo XV, especialmente en Venecia donde las grandes telas pintadas ("TELERI") sustituían a los frescos que en aquella ciudad encontraban un ambiente tan poco favorable además de constituir un soporte más manejable que las tablas. Parece evidente que la elección también cumplía una finalidad estética puesto que en el siglo XVII aún se pintaban tablas de grandes dimensiones.

El momento de expansión de la tela específicamente como soporte, hay que buscarlo en el siglo XVI. A partir del momento en que se fijan nuevos fines, el arte requiere materiales nuevos, por lo que, tanto la instauración como el abandono de ciertas técnicas de pintura tienen un resurgir histórico; pero existen precedentes en el uso de la tela, como se desprende de la siguiente relación de obras pintadas sobre material textil antes de ese siglo:

1. La "MADONNA Y LOS SANTOS" de la Escuela de Orcagna, Florencia del siglo XIV, Colección Campana. Está pintado en tela muy espesa formando parte del yeso de la preparación que recubre una madera. El aspecto longitudinal de las fibras y los cortes o secciones permiten precisar que es una tela de lino. (12)
2. Esta misma técnica se encuentra en una tela sumergida en la preparación sobre un espeso panel de madera con la

"PIEDAD DE AVIGNON" del siglo XIV, Museo del Louvre. Estudiadas algunas fibras, cuidadosamente despojadas del yeso, revelan que se trata de una tela de lino. (13)

3. "LOS PEREGRINOS DE EMAUS" y "LA INCREDULIDAD DE SANTO TOMAS", pintura atribuida a Cosimo TURA (siglo XIV, Museo de Cluny), fué realizada sobre una tela de lino bastante fina que ha sido más tardíamente encolada sobre un panel de madera.
4. "LA VIRGEN Y EL NIÑO" de CAPRIOLI, escuela italiana de finales del siglo XV; es una antigua bandera pintada sobre tela de lino montada posteriormente sobre un marco de madera. (14)
5. "EL TOCADOR DE VIELLA" de LA TOUR, de la escuela flamenca del siglo XV, del Museo de Borgues; está pintada sobre una tela de cáñamo bastante grosera. (15)
6. "MADONNA IN TRONO", anónimo siciliano de la primera mitad del siglo XV. Es una témpera sobre tabla de 205 x 124 cm., de la Iglesia de la Annunziata en Santa Lucia de Mela (Messina). Como dato relevante en cuanto a la técnica cabe decir que:

"Sobre toda la superficie, incluso abarcando los listones que la bordean a modo de marco, tiene encolada una tela de trama fina y compacta de color blanco".

Identificación de la fibra del tejido de esta tabla: La

muestra de la fibra observada al microscopio, resulta ser

de naturaleza vegetal, de cáñamo concretamente. (Análisis realizado en el I.C.R. de Roma por el analista Silvio Diana) (16)

7. "MADONNA COL BAMBINO E I SS. FRANCESCO" de Nicolo di LIBERATORI DI FOLIGNO llamado l'Alunno. Es una témpera sobre tela de alrededor de 1.470. El soporte está constituido por tres trozos de tela casi iguales: 62 x 167 cm., 64 x 167 cms., unidos por dos costuras verticales que son evidentes y también por la pintura.

La tela tiene estructura muy compacta y sutil de color blanco, clavada a lo largo del bastidor por la cara interna. (17)

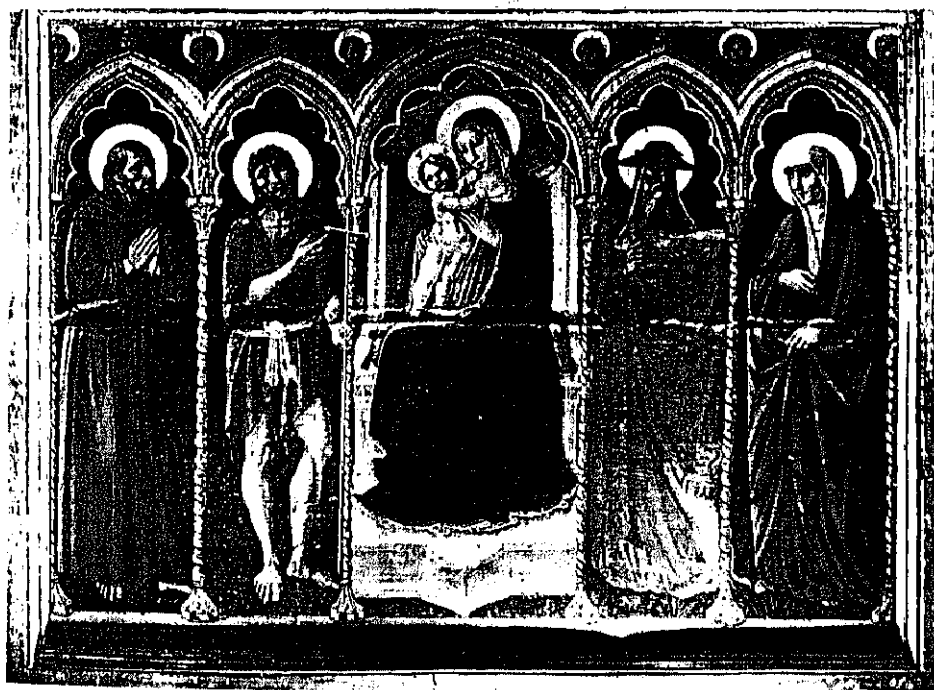


Fig. 90.- "Madonna col Bambino e i S.S. Francesco" de l'Alunno

8. "LA PRESENTACION EN EL TEMPLO", de MANTEGNA, es un precedente interesante de este tipo de estructura que marca la fase de transición de la pintura sobre tabla a tela. La pintura aparece como un gran políptico sobre tabla y tal vez fuese esto en la idea del artista ligado a una práctica artesanal que, a finales del siglo XV aunque usa con preferencia la tabla, acoge el uso de la tela como soporte más dúctil y práctico pero adaptándola a las exigencias técnicas propias de la pintura sobre tabla, como sería el caso que se da en esta pintura, de la existencia de una preparación cuyos componentes son similares a los usados en tablas: un estrato delgado blanco, probablemente formado de yeso y cola. (18)

9. "MADONNA IN TRONO CON EL NIÑO, ANGELES Y LOS SANTOS ISABEL DE HUNGRIA Y LUDOVICO DE TOLOSA", del Maestro di FIGLINE, activo en el primer decenio del siglo XIV. Témpera y oro sobre tabla de la colegiata de Santa María de Figline Valdarno (LAMINA I). En la parte inferior correspondiente a la franja decorativa que falta, ha aparecido bajo las varias capas de repinte, restos de la preparación original de yeso grueso (que servía para nivelar las irregularidades de la madera) con la visible impronta de la tela original encolada sobre ella; de esta tela se veían los bordes cortados sobre los lados externos de la decoración. Sobre los refuerzos laterales externos de la tabla, en algunas zonas ha quedado la preparación de yeso grueso con



"MADONNA IN TRONO COL BAMBINO, ANGELI E I SS.
ELISABETTA D'UNGHERIA E LUDOVICO DI TOLOSA"

Maestro di Figline, activo en el primer de-
cenio del siglo XIV.

impronta de una tela como la anterior, cuya finalidad era proteger a la tabla impidiendo la pérdida de la humedad y hacerla menos vulnerable al ataque de xilófagos. Sobre la base de estos elementos puede deducirse que la tela original debía recubrir todo el soporte. (19). Las notas sobre la restauración son de Rita ALENZI y Eva SHORSCHER.

10. En 1.497, Jacques MOURNIER ejecuta un retablo para Saint-Honorat de Lérine, en el que las dos partes laterales van sobre tela montada sobre bastidor. (20)

11. "ECCE HOMO Y DOLOROSA". Es un temple sobre sarga atribuido a Hugo VAN DER GOES (¿Gante? 1.440, Bruselas 1.482) cuyo tema estaba muy extendido en los Países Bajos durante los siglos XV y XVI. También otros cuadros atribuidos al mismo autor están pintados sobre la misma clase de tela: sarga. (21)



Fig. 91.- En este detalle del cuadro "Ecce Homo y Dolorosa" se aprecia la textura del tejido al tener una leve capa de pintura encima.

12. En los comienzos del siglo XVI, concretamente el 15 de Marzo de 1.526, las Carmelitas de Aix dan a precio convenido a Ogier Batron (o Patron) de Manosque, un retablo con puertas de telas pintadas montadas sobre bastidor con figura en blanco y negro. Comenta la autora — Jacqueline Marette en "Connaissance des primitifs par l'étude du bois" — que este tipo de obra como son las telas montadas en bastidor y pertenecientes a los finales del siglo XV y comienzos del XVI, raramente llegan a nosotros.

Los bastidores de que se habla, pueden ser considerados como los precursores de los actuales. Eran usados en la elaboración de paneles de madera cuya misión, dentro del conjunto, era la de reforzar y sujetar las planchas que constituían el panel. De ahí que esta función original se mantuvo para la inclusión de la tela sobre él cumpliendo la misma función: mantenerla tensa y soportar su tirantez.

13. "LA MADONNA DE VYSEHRAD" de la iglesia de San Pedro, de Praga, de cuya restauración realizada en 1968 en el taller de la Galería Nacional de Praga, se desprenden los datos técnicos de su ejecución. Es obra del siglo XIV, pintado en témpera sobre panel de madera recubierto de tela.
14. "CRISTO ATADO A LA COLUMNA Y PIEDAD". Anónimo del siglo XIV (1.350-1.360). Es una témpera pintada sobre sarga, de 84 x 125 cm. atribuida al Maestro de Horcajo, expuesta en el Museo de Bellas Artes de Bilbao, con el nº de inventa-

rio 69/129, adquirido por el Museo a la colección Espinel en 1.959.

En el catálogo de la exposición celebrada en Madrid en Noviembre de 1.989, se dice de esta obra:



Fig. 92.- "Cristo atado a la columna y Piedad"

"El grupo responde al tipo frecuente de 'Piedad' que se difunde, particularmente en la escultura, a fines del gótico, sin caer en lo declamatorio y tremendista de muchas de estas versiones.

La sarga, dividida en dos partes por una banda pintada, lleva a su vez una bordura que la recorre en sus cuatro lados, siendo los dos laterales y el inferior de un peculiar ajedrezado complejo que evoca la solería de las estancias de la época; en contraposición, el

superior se enriquece con una larga inscripción en letra gótica, semiborrada, alusiva a los Hechos de la Pasión que describen.

Ambas piezas poseen características técnicas similares: colores mates, compensados sin estridencias, luminosidad difusa, sin foco apreciable, figuras envueltas en ropajes de elegantes plegados y ausencia de anecdotismo para fijar la atención en el sentido religioso de los acontecimientos".

La tela se aprecia con preparación que cubre la textura del entramado siendo éste visible a simple vista en alguna pequeña aguna que permite apreciar el ligamento TAFETAN 1 x 1.

15. "LA NATIVIDAD" del Maestro de Horcajo. También es un temple sobre lienzo expuesto en el Museo de Bellas Artes de Bilbao, de 101 x 195'5 cms. con nº de inventario 69/128, procedente de un convento de Toledo de donde pasó a la colección Espinal siendo adquirido por el Museo en 1.959.

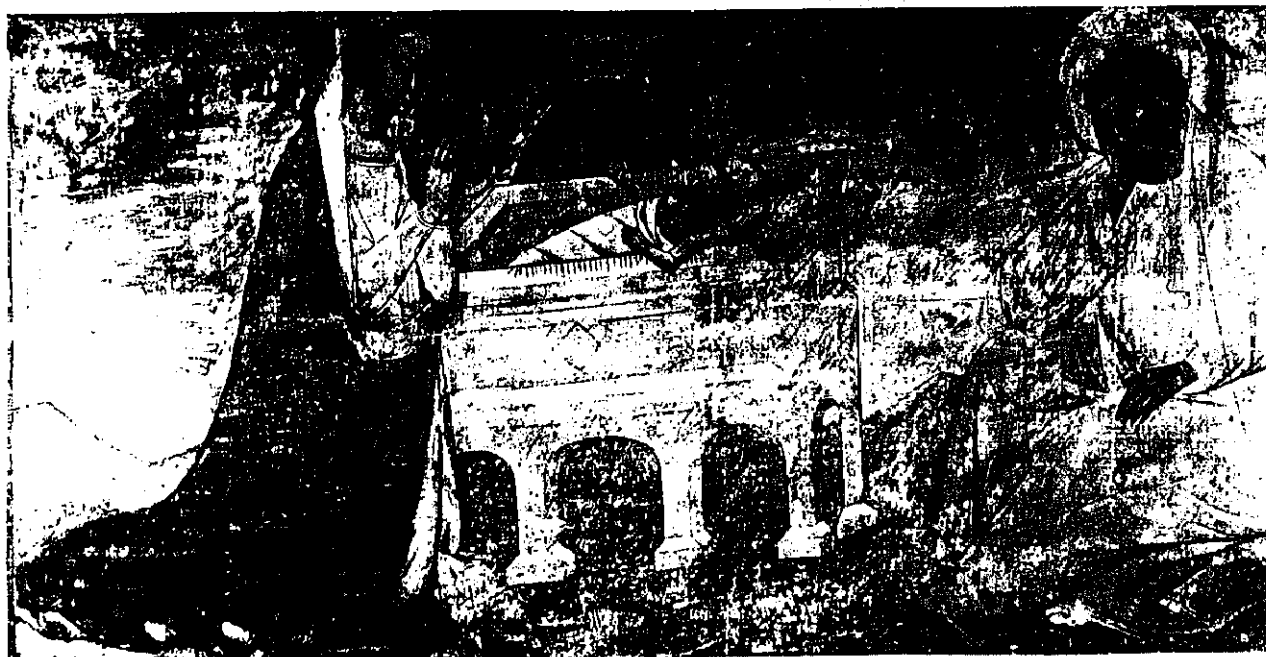


Fig. 93.- "La Natividad". (Visión general del cuadro)

La obra principal de este autor anónimo es el retablo del pueblo de Horcajo de Santiago (Cuenca), desarrollando se actividad probablemente en los finales del siglo XIV y primer cuarto del siglo XV. Cabe situar su producción hacia 1.400 perteneciente a la escuela castellana vinculada a Toledo.

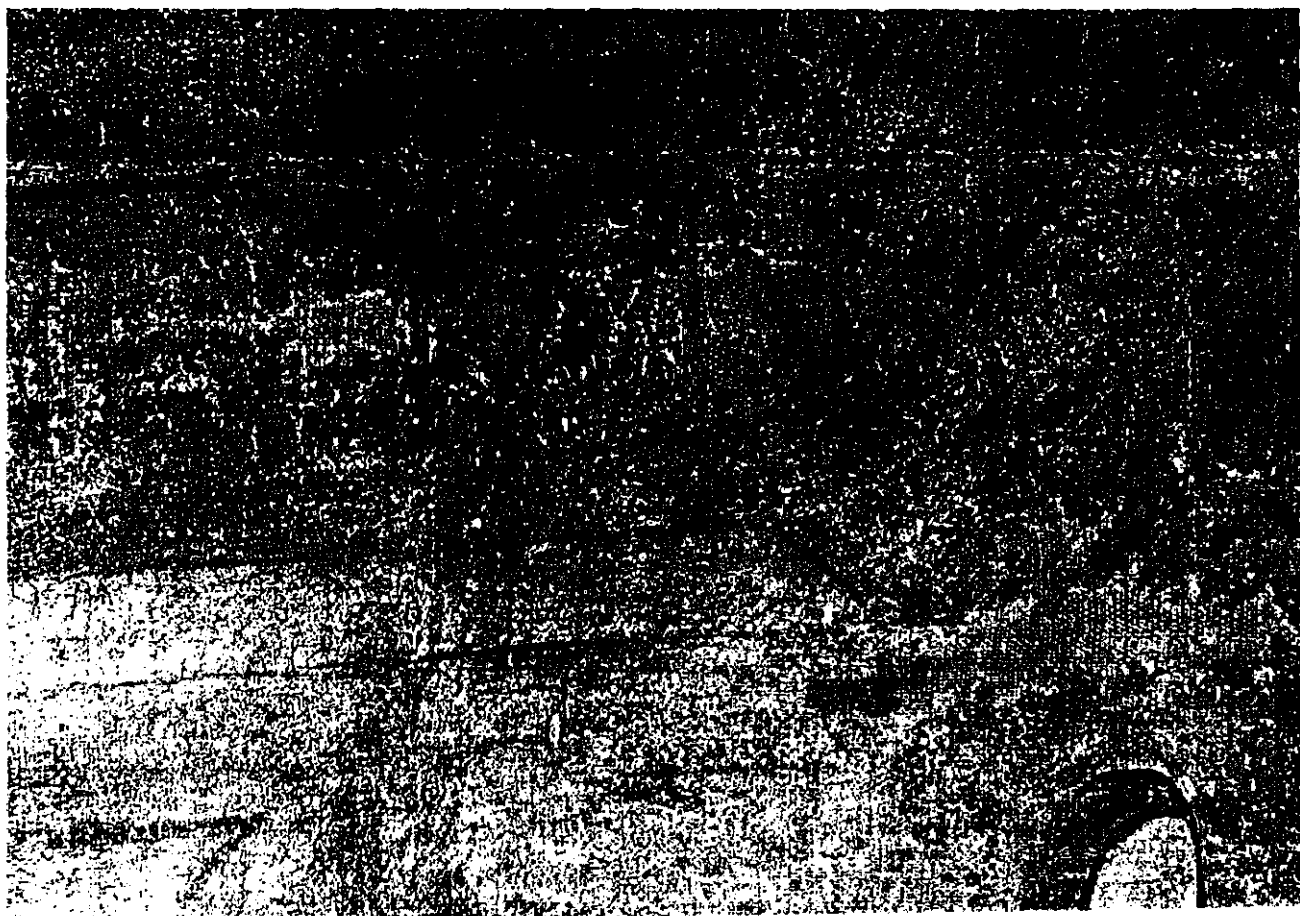


Fig. 94.- "La Natividad". (Detalle del tejido)

En el catálogo mencionado en la referencia anterior, se dice de esta sarga:

"Esta sarga se integra en la poderosa corriente del trecentismo florentino que penetra en el centro de la Península Ibérica dentro del esquema estético cultural italo-gótico, cuyo foco principal fué Toledo. El dibujo preciso y la serena delicadeza de las figuras muestran un goticismo templado por el recuerdo de la tradición italiana presidida por la colosal personalidad de Giotto."

La tela se ofrece a la contemplación a través de las nuerosas lagunas existentes; los estratos de preparación y película pictórica no tiene excesivo espesor lo que permite hacer evidente la textura del entramado en toda la superficie pintada que es un TAFETAN 1 x 1.

La evolución de la técnica pictórica verá como los componentes de la preparación de una tela se acomodarán a las exigencias propias de este soporte que requiere de materiales menos sensibles a la humedad y más elástico.

Se ignora si queda un solo testigo, por ejemplo, de telas flamencas del siglo XIV. A título documental cabe señalar "Claren Altar". (Catedral de Colonia), obra datada entre 1.350-1.360. Un manuscrito veneciano (Londres, British Museum, Sloan 416) cita un texto de 1.335 a propósito de un "maestro Marco" que pintaba las telas a la manera alemana. (22)

Un poco antes del 1.500 se sitúa en el arte occidental el comienzo del uso habitual de la tela como soporte de pintura produciéndose su expansión durante los siglos XVII y XVIII. Fué introducida en Italia por artistas bizantinos. Parece ser que — según dice G. PERUSINI — la primera pintura de caballete

sobre tela se realizó sobre tela de lino casi sin preparación (tela "rensa" o "tela de Reims") usada por Mantegna y Bellini (siglo XV), siendo sustituida seguramente por tela de cáñamo con entramado de "espina de pescado" de uso predominante en la Venecia del siglo XVI, siendo esta ciudad donde primero se extendió y propagó debido a que facilitaba el uso de la pintura al óleo, pues la estructura gruesa de este tipo de tejido era utilizado deliberadamente por los pintores venecianos del siglo XVI que utilizaban telas densas espesas, sustituyendo los finos trazos de la témpera (que necesitaba una base lisa y compacta) por las espesas pinceladas de la pintura al óleo tal como se ven en "Las bodas de Caná" de VERONESE en el Museo del Louvre. Es evidente que un cambio engarza una cadena de cambios.

Durante los siglos XIV a XVII la producción de pintura flamenca sobre tela es bastante importante aunque todo lo que queda son dos o tres obras maestras, como son los célebres "Ciegos" de BRUEGEL, y algunas vestigios más.

En la literatura, esas telas se designaron con un término tomado de los escritos de DURERO: "tüchlein", textualmente "pequeña tela". Sin embargo el término "waterverfdoeken" es más explícito ya que quiere decir "telas pintadas a la témpera". En Flandes, las telas de este tipo se remontan, sin duda, a principios del siglo XIV, y estaban pintadas por artesanos que no formaban parte de la corporación de pintores sino de la de vidrieros y espejeros.

En España también se empleó la tela a partir del siglo XVI. PALOMINO, en su obra "Museo pictórico y escala óptica", hace varias referencias al uso del lienzo como soporte de pintura (23), dando, incluso, detalles acerca de algunos tipos de lienzo usados en la época, tales como el "bramante cruzado" de Andalucía llamado "angulema" en Castilla, el "guingao" si carece de nudos y canillas, el "Coruña" y el "Santiago crudo" para cuadros pequeños. (23)

En la misma época en España tuvo gran difusión el tipo de tela llamado "mantelillo" o "mantel de Venecia", tela adamascada con dibujos, usada por Zurbarán con gran profusión (Monasterio de Guadalupe, en Cáceres).

En la Italia del siglo XVII se usaron telas de cáñamo flojas mientras que en Francia y en el Norte se usaron telas de lino apretado que llegaron hasta el siglo XVIII.

En el siglo XVII se empleaban telas de entramado grueso siendo comprimido con la espátula al dar la imprimación con el fin de que quedase marcada la estructura del tejido; este tipo de preparación en francés recibe el nombre de "pavimenteuse" y es característica de los cuadros de POUSSIN (ver figuras 87 y 88) encontrándose también en óleos de VAN DICK y otros pintores sobre todo romanos de este siglo.

Durante el siglo XVIII prevalece el uso del cáñamo más denso y fino que se hizo aún más tupido y regular después de la invención del telar mecánico.

En el siglo XIX se comenzaron a usar telas de todo tipo incluidas las de algodón difundiéndose el uso de preparaciones industriales. Así pues, la fibra de algodón se incorporó a la pintura en la segunda mitad de ese siglo a pesar de que sus cualidades no la hacen apta para garantizar su buena duración.

Las características de un tejido, como son el tipo de fibra y entramado entre otras, constituyen una fuente importante de datos al realizar el estudio sobre un soporte de tela ya que pueden ser indicativos del lugar y época de procedencia de un cuadro siendo, por lo tanto, factores que no se pueden eludir en el proceso de investigación realizado sobre una pintura.

Así, sabemos que, si bien el lino es la fibra que acapara las preferencias de los pintores por sus excelentes cualidades, el cáñamo, con su fibra de mayor longitud, fué muy usado para telas gozando del favor de los pintores hasta mediados del siglo XIX ya que los elementos que la constituyen — celulosa mixta, pectina, lignina y otras sustancias — la hacen química y físicamente similar al lino presentando, como éste, una notable rigidez que lo hace muy adecuado al uso como soporte de pintura con la ventaja de que la mayor longitud de sus fibras permite la elaboración de mayores formatos eliminando gran cantidad de costuras.

Ya hemos visto cómo en el siglo XIX se incorpora la fibra de algodón. Solo resta añadir que en el siglo XX se produce la inclusión en forma de mezclas, de otras fibras manipuladas en el laboratorio que constituyen el vasto campo de las fibras

sintéticas.

2.5. DIVERSAS RAZONES QUE SUSTENTAN EL USO DE LA TELA

El hecho es que, después de siglos de predominio de la madera como soporte de pinturas "móviles", fué totalmente desbancada por la tela adquiriendo ésta tal importancia que, incluso, se da la circunstancia de que su auge coincide con el comienzo de la decadencia de la pintura mural al fresco. ¿Es pura coincidencia o habría que buscar una relación entre los dos hechos?.

La tela permite la creación de obras de grandes dimensiones, mucho más ligeras no solo para el transporte sino para decorar los grandes altares y retablos. Su movilidad respecto al fresco y tabla constituye una ventaja de mucho peso puesto que permite ser trasladada de un lugar a otro enrollándola.

Pensemos en las comitivas, bien sea de carácter comercial, social o militar, que acostumbran a trasladarse con sus pertenencias más estimadas entre las que se encontraban con frecuencia, tallas, dípticos, trípticos, tablas en general de tamaños variados. Indudablemente no eran objetos cómodos de manipular a causa de su peso y rigidez, amén de la mayor facilidad de deterioro.

Es indudable que un material, la tela, aceptado con tal

entusiasmo, ha de reunir una serie de cualidades que lo hagan preferible sobre los otros lo que conduciría a enunciar una serie de razones que permitirían explicar el auge que adquirió la tela como soporte y que no ha menguado en modo alguno hasta el momento actual.

La preferencia creciente dispensada desde el siglo XVI a los soportes de tela en detrimento de los de madera se explica por la suma de razones varias de orden práctico, siendo las artísticas quizás las que tuvieron mayor peso en la elección.

Hay razones de tipo técnico que explican la preferencia por la tela. Indudablemente la madera tiene ventajas para la realización de una pintura, pero también reúne una serie de inconvenientes que han podido tener peso importante en la decisión de ser abandonada como soporte o relegada a un lugar muy secundario ante la tela. En efecto, su rigidez y peso condiciona, en cierto modo, la ejecución de una pintura pues esas dos características impelen al pintor a plantearse la realización de obras de tamaño reducido en mayor menor escala.

Así mismo, la madera es más sensible a las variaciones ambientales lo cual obliga a tomar ciertas precauciones en la elaboración del panel con el fin de que la respuesta de la madera a dichos cambios, tenga la menor repercusión negativa posible sobre las capas de imprimación y color. No hay más que comprobar las técnicas empleadas por los artistas de la época en la elaboración de paneles para comprender las razones de procedimientos tan minuciosos.

Por otra parte, desde el punto de vista económico, un soporte de tela tiene costo más bajo que un panel de madera, que exige ciertas condiciones de cortado, secado y elaboración muy minuciosas para garantizar su buen funcionamiento lo cual, evidentemente, encarece el producto.

También es más económico que un tapiz.

Otro tipo de argumento en pro de la tela es de índole puramente artístico. La flexibilidad de este soporte y su grano, permite buscar efectos nuevos. Mientras que la pintura sobre tabla produce superficies lisas y pulidas, la tela ofrece la posibilidad de jugar con la incidencia de la luz que crea un juego de luces y sombras buscado por el artista como un elemento plástico más de la composición. Ello permite pasar de contornos rígidos al movimiento; por ejemplo, la línea de TINTORETTO. Esta impresión puede acentuarse mediante preparaciones y técnicas de pintura adecuadas. Más todavía que la madera, la tela en cuanto soporte, se convierte en sí misma en un elemento irremplazable de la obra; la pintura con la inclusión de la tela como soporte definitivo, ganó en efectos esmaltados y finamente matizados.

Comparada con otros soportes, la tela es un material extremadamente débil y sensible pero sus ventajas son múltiples. Es flexible, responde al pincel, ofrece al artista una gama extensa de granos diferentes. Puede ser más o menos absorbente según la preparación elegida. Va aislada por una capa de cola animal del conjunto preparación + capa pictórica. Es resistente a las

quemaduras y constituye un soporte durable a pesar de su relativa debilidad. (El retrato de "Baltasar Castiglione", de RAFAEL, pintado sobre una tela que, desembarazada de la capa de cola de un reentelado antiguo, apareció perfecta en su textura y conservada prácticamente intacta). El Greco, por ejemplo, escogía para sus cuadros de altar, telas finas que para estabilizarlas se extendían sobre planchas de madera.

El transporte del soporte de tela es posible realizarlo si fuese necesario, con dificultades menores. La elasticidad de la tela atenúa el efecto de choques ligeros. Sin embargo, las variaciones higrométricas y térmicas, ya nocivas para la buena conservación de soportes de madera, tienen una influencia considerable sobre los soportes de tela, sobre todo cuando la tela es nueva. En este caso, se distiende y se encoje alternativamente ante la humedad y sequedad de tal forma que los craquelados aparecen desde que el cuadro está seco, siendo la preparación la que transmite a la capa pictórica estas diferencias que se producen en los comienzos del envejecimiento de una obra pintada. Más tarde, el conjunto soporte-preparación-capa pictórica, se estabiliza poco a poco.

Respondiendo a una especie de ley general, la tela, junto a sus ventajas, también presenta algunos inconvenientes.

Es higroscópica debido a su componente de celulosa y es capaz de absorber la humedad ambiente cediéndola de nuevo cuando la atmósfera está seca. Esto provoca constantes movi-

mientos de tensión y distensión que las capas secas del color no pueden acompañar, dando lugar a deterioros variados.

El elemento que influye notablemente en los movimientos que se producen en un soporte de tela es la HUMEDAD ambiente, fenómeno que es claramente observable cuando se producen variaciones bruscas de humedad y con el cambio de estaciones.

El mecanismo es el siguiente: al humedecerse la tela, los hilos que la componen se hinchan cerrándose los huecos intermedios llegando a perder varios centímetros en su longitud; en el momento del secado se produce una nueva dilatación quedando la tela floja.

Consecuencias de la HR alta en la tela:

- Deformaciones en la tela, que a veces son muy tenaces y en ocasiones definitivas.
- Favorecen la formación de craquelados en las capas depositadas sobre ellas.
- Desprendimiento de las capas de preparación y de color.
- Huellas dejadas por contacto con las aristas interiores de los travesaños del bastidor. Estos desgastes se presentan en forma de craquelados bien marcados, roturas y deformaciones.

Además, en otro orden de cosas, hay un hecho digno de ser tenido en cuenta que puede tener consecuencias negativas: las telas de grandes dimensiones se enrollan en cilindros para

facilitar su almacenamiento, lo cual supone un riesgo y un peligro, ya que se puede facilitar la tendencia a la deformación de la estructura textil.

Otra característica importante de la tela es su "resistencia a la tracción": debe ser capaz de estirarse en los dos sentidos de trama y urdimbre sin ondulaciones posteriores a fin de ofrecer una superficie tersa para recibir las capas de color. Esto implica que no son adecuadas telas que combinan dos tipos de fibras en el tejido pues cada una de ellas tiene una respuesta diferente ante el estímulo de la tracción y de la humedad, produciendo alteraciones en las capas de color.

También es obvia su menor resistencia comparándola con la rigidez de la madera lo cual la hace más sensible a golpes, roturas y deformaciones.

Pero, a pesar de todo ello, sus ventajas fueron muy atractivas para los artistas de aquella época ya que la historia ofrece el hecho de su total asunción desbancando a los soportes tradicionales, muro y tablas.

Hasta el siglo XIX, las materias primas de telas empleadas como soporte han sido, en general, el cáñamo, lino, algodón y más tarde, el yute. Pero es cierto que el lino ofrece las mejores garantías de solidez, estabilidad, resistencia al envejecimiento y a la oxidación.

Los mejores lienzos son los de LINO puro, pero los de cáñamo son buenos para cuadros de grandes formatos. Lino más

algodón son inefectivos porque la tensión de cada una de estas fibras es diferente ya que el algodón es muy elástico y de resistencia relativa. El yute, por el contrario, es de textura basta y poco útil para el arte.

El lino parece, pues, tener una importancia muy particular en las obras de arte por razones de tipo práctico, técnicas y psicológicas.

Se podía pensar comparando las propiedades de las fibras textiles naturales que, intuitivamente, los artistas hayan escogido el lino por sus cualidades que hacen un buen soporte del cuadro por razones diversas: su resistencia a la tensión, su solidez tanto en estado húmedo como seco y su débil elasticidad, la débil variación en la longitud de sus fibras en función de las condiciones ambientales de temperatura y humedad. A estas cualidades mecánicas se añade su excelente conservación en el tiempo, su débil degradación ante la luz, su buena compatibilidad con el aceite y colas y, en fin, su resistencia al ataque de microorganismos.

Otras fibras naturales se han utilizado pero, por todo lo expuesto, es claro que el lino ofrece las mejores garantías de solidez, estabilidad, resistencia al envejecimiento y a la oxidación.

A estas razones económicas y técnicas hay que añadir el hecho de que el lino siempre ha sido considerado como la fibra noble, pura y sagrada, eminentemente apreciada sobre las demás

y su valor la ha hecho un material escogido, de primera calidad para una obra de arte.

Aunque se ha avanzado bastante en el estudio sistemático de la cuestión de los soportes de tela, faltan datos para establecer conclusiones definitivas acerca de su empleo histórico; en cambio, parece ser que el algodón, por ejemplo, no tuvo gran importancia como soporte de pintura. Por lo que respecta a la seda, es la única mencionada en reiteradas ocasiones en la literatura antigua (CENNINI, cap. 162-165; Palomino, 1.975, II, pág. 44), siendo empleada, entre otros, por Guido Reni (Asunción de la Virgen).

Tan sólo a lo largo del siglo XIX aparecen otras fibras, habiendo siempre excepciones. Sirva como ejemplo el algodón, yute, moleton de lana en el caso de CHIARONTON y el tejido de coco en GAUGIN; a veces también los tejidos de papel y, junto a las fibras sintéticas modernas los tejidos a base de vidrio.

Incluso tratándose de la misma materia prima, la estructura, es decir la naturaleza del tisage, varía completamente con las épocas y escuelas. Siendo determinantes del mismo el espesor de los hilos, la densidad del tejido y, sobre todo, por el tipo de ligamento. Se comprueban estructuras específicas para determinadas escuelas y ciertas épocas. Aunque no existen todavía estudios sistemáticos sobre esta cuestión, está fuera de duda que los expertos, consciente o inconscientemente, tienen en consideración la estructura de la tela como un dato más útil para la localización y datación de las pinturas.

En conjunto, la delicadeza de la estructura y el ligamento de lino puro, se impone hasta la aparición de la doble trama, particularmente típica de la pintura veneciana del siglo XVI y de los dibujos que de ella se derivan, como el rayado. La estructura gruesa y en relieve de estas telas fué explotada conscientemente por los partidarios de la nueva manera de pintar por toques crudos y empastes. El efecto resultante es todavía más acusado debido al empleo de coloraciones oscuras en las preparaciones, que aparecen en esta misma época.

Correspondiendo con los cambios que se operan en el arte, a mediados del siglo XVIII vuelven a aparecer las telas más finas y tupidas. También encontramos telas tejidas a máquina y telas para pintores preparadas completamente por los fabricantes. Ingres, en su predilección por los tejidos sin finura, se aleja conscientemente de los usos de su tiempo. Resulta significativo que este desprecio por el material demasiado perfeccionado se manifiesta también en los expresionistas alemanes, que buscan exprofeso un material grosero y de calidad inferior como es el caso del yute.

En un principio, al ser tejidas a mano, las telas eran estrechas, siendo su anchura, en los siglos XVI y XVII de 1 m. aproximadamente, como la medida de los telares de la época.

Esa limitación en la anchura del telar, ante la ejecución de cuadros de gran formato, hacía necesaria la unión de varias telas, llegándose, a veces, incluso a agrandar las dimensiones del cuadro a medida que se ejecutaba la pintura. Así, es lógico

encontrar ampliaciones que pueden, por lo tanto, ser originales. Un caso particular es el de los retratos que hechos en principio solo de busto, se convertían más tarde en retratos completos.

Esta situación dura hasta el siglo XVIII en que es habitual constatar la presencia de costuras uniendo varios anchos para formar soportes de superficies importantes.

La standarización de los formatos de las telas fué un sistema introducido por Francia en el siglo XIX aunque, en realidad, hay que remontarse al siglo XVI. Los documentos flamencos de esa época mencionan una docena de formatos designados, en gran parte, por el precio pero sin indicaciones que permitan precisar cuáles eran esos formatos standard del siglo XVII. (26)

Actualmente, el maquinismo ha permitido las grandes anchuras y el mercado actual ofrece telas de amplias dimensiones, pudiendo alcanzar hasta los 4 m.

Es de desear que las colecciones sistemáticas de muestras de telas, como las que se han empezado ya en algunos lugares (por ejemplo, en el Louvre), permitan un estudio profundo de las estructuras y de los materiales, con lo cual se enriquecerá notablemente el conocimiento del elemento textil y su importancia en el conjunto de la obra de arte de la que es parte integrante.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS AL CAPITULO II

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS AL CAPITULO II

- (1) ZAHN, Joachim: "Historia del tejido"
pág. 263

- (2) BARELLA MIRO: "Una aproximación a la historia de la
técnica textil y de la confección"

- (3) ALFARO GINER, Op. cit.

- (4) PERTEGATO, F.: "Restauro dei materiali tessili"
"Notizie CISST", anno III, marzo 1982
pág. 64-81

- (5) id. id. Op. Cit.

- (6) ALFARO GINER Op. Cit. pág. 82

- (7) La autora hace referencia a CF J.P. WILD, TM. pág. 38 y 44

- (8) Cita la autora a: R. Vid R. PFISTER
"Textiles de Palmyre"
París 1934 pp. 40 y s.

- (9) Vid J.P. WILD TM, p. 44

- (10) LEWIS, E.: "La novelesca historia de los tejidos"
Ed. pp. 11-12

(11) Publicaciones conocidas:

DIONISIO DE FOURNA: "Hermeneia tres Zographikes"

San Petersburgo, 1909

En italiano: "Ermeneutica della pittura"

Ed. G.D. Grasso
Nápoles, 1971

- (12) GAY M.C. y MONROCQ, R.: "Identification des fibres textiles" en "Annales du Laboratoire de Recherche des Musées de France"

Vol. 1.972 - pp. 16-22

- (13) id. id. pág. 207

- (14) GAY M.C. y MONROCQ, R.: "Identification des fibres textiles naturelles par examen microscopique" en "Annales du Laboratoire de Recherche des Musées de France"

Vol. 1.972 - pp. 16-22

- (15) id. id. Op. cit

- (16) "LABORATORIO DI RESTAURO"
Catálogo della Mostra del Salone di Palazzo Barberini

Roma, 14 dic. 1.985 a feb. 1986
pp. 22-31

- (17) Op.Cit. p. 54

- (18) "LABORATORIO DI RESTAURO"
Op. cit. p. 61
- (19) Op.cit. p. 54
- (20) MARETTE, Jacqueline: "Connaissance des primitifs par l'étude du bois"

En su bibliografía indica que este dato está tomado de LABANDE, Léon-Honoré "Les primitifs français. Peintres et peintres-verriers de la province occidentales". Marseille, 1.932, vol. 2 en fol.)
- (21) BERMEJO MARTINEZ, Elisa:
"La pintura de los primitivos flamencos en España".

Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto "Diego Velázquez". Madrid, 1980.
- (22) MARIJNISSEN, R.H.: "Tableaux. Authentiques. Faux. L'Expertise des tableaux et les méthodes de laboratoire"
- (23) PALOMINO, A.; "Museo pictórico y escala óptica"

Ed. Aguilar, Madrid 1947 - p. 159, 481 y 482
- (24) LOURD, J.: "Le lin et l'industrie linière". Coll Que sais-Je? nº 1.108
- (25) BILLAUX, Paul: "Le lin"

Ed. J.B. Baillière 1969.

- (26) MARIJISSEN, R.H.: "Tableaux. Authentiques. Maquillés. Faux"
... etc.

ABRIR TOMO II





ABRIR TOMO I



BIBLIOTECA U.C.M.



5308328819

T O M O II

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO CIINTIFICO DE LOS SOPORTES DE TELA

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO CIENTIFICO DE LOS SOPORTES DE TELA

3.- PLANTEAMIENTO GENERAL

Una vez llegados al punto de conocer cuál ha sido la evolución técnica que dió lugar al empleo de la tela como soporte integrante de un cuadro en cuyo contexto realiza una función tan importante y fundamental como es la de servir de base y soporte a la composición pictórica, bueno sería establecer las vías de conocimiento que posibiliten la comprensión profunda y eficaz de las características del material textil sobre el que se apoya la obra de arte.

Dentro del conjunto denominado "cuadro" no es precisamente el soporte textil el que ha acaparado, en la medida que debiera haberse producido, la atención de los estudiosos del arte en su vertiente material. Bien es cierto que durante mucho tiempo fue considerado únicamente como elemento auxiliar en la elaboración del cuadro, como se ha visto en páginas anteriores, pero no deja de sorprender el hecho cierto de que siendo a partir del siglo XVI cuando pasó a ser el soporte casi exclusivo de la pintura, pese a ello no ha recaído sobre él de forma merecida y diferenciada la atención de los estudiosos limitándose a constatar unos pocos datos observables a simple vista, ausentes de indicios que denoten una observación más minuciosa para extraer datos que enriquezcan el conocimiento de las técnicas pictóricas de los diferentes pintores a partir del aquel momento histórico.

Todo lo que se sabía tradicionalmente sobre las telas para pintar tiene tal peso que ni siquiera los avances tecnológicos del siglo XIX fueron capaces de superar, a juzgar por las referencias llegadas hasta nosotros y no precisamente por falta de medios.

Los artistas de ese período admitieron el soporte textil sin cuestionarse nada sobre él recibiendo con satisfacción, lógica en cierto modo, las comodidades que fué introduciendo la progresiva industrialización de todas las actividades en lo que a la práctica del arte se refiere. Pero tampoco los estudiosos manifestaron curiosidad científica por indagar cuestiones acerca de la naturaleza de este material para intentar encontrar una posible concatenación de causas y efectos.

Los ensayos, por así llamarlos, hechos para profundizar en el conocimiento del textil como soporte de pintura, son recientes y poco a poco han ido consolidándose hasta conseguir el establecimiento de una sistematización de ensayos tendentes a analizar sus características físico-químicas máximas cuando nos encontramos en una época en la que impera la libertad más absoluta en el empleo de materiales para la creación de obras de arte que han superado todos los "ismos" conocidos, siendo incorporados algunos, o muchos, escasamente conocidos en cuanto a su respuesta para la misión que se les asigna.

Un momento crucial para la comprensión del Arte Contemporáneo es la pintura del siglo XIX que, con el movimiento impresionista, revolucionó la práctica usual de la pintura a la que también alcanzó el desarrollo industrial que en ese siglo experimentó una pro-

funda eclosión.

3.1.- PROLEGOMENOS DE LA CUESTION: LA TECNICA DE LA PINTURA AL OLEO EN EL SIGLO XIX

La industria textil ofrece una gama variada de tejidos para pintar, tal como puede ser constatado con la simple observación de los soportes de la época que utilizan este material. La libertad reclamada por los pintores — factor típico del arte en los finales del siglo XIX — se manifiesta no solo en el uso del color y la composición, sino que se ve reflejada en todos los componentes del cuadro afectando también al soporte textil; los artistas buscan telas de calidad y las encuentran producidas en grandes series. Además, debido a la evolución experimentada por la industria del tejido mecánico, a partir del siglo XVIII es frecuente encontrar telas cada vez más finas y apretadas con las que la pintura ganó en efectos esmaltados y finamente matizados.

Respecto a la textura, una tela se diferencia de otra por un grano más o menos pronunciado en razón del grosor del hilo, por su trama más o menos apretada, contando los hilos por cm². y por el diseño del entramado, aspectos todos ellos que repercuten en la superficie pintada, pudiendo observarse que el grano de la superficie de un cuadro no siempre guarda relación con el grano de la tela examinada por el revés. Ciertas obras de Ingres, por ejemplo, cuyo soporte de tela está formado por tupido hilo de lino, presentan una superficie perfectamente lisa a continuación de una preparación espesa.

Por otra parte, con el formato de bastidores y colores hechos en serie, aparece el sello del proveedor, lo que constituye otra fuente de conocimiento para los expertos, para el observador y para el pintor.

Algunos autores que han tenido la oportunidad de estudiar de cerca la obra de pintores del siglo XIX, nos dan datos interesantes acerca de la técnica y materiales utilizados por ellos. Como dato curioso, el examen del revés de muchos cuadros pintados durante los períodos de guerra, descubre el empleo de manteles adamascados, sábanas de cama, cortinas, a veces con estampado de flores, siempre preparados por el pintor mismo.

A pesar de lo dicho, la información no reviste carácter de rigor científico; al menos nada se indica respecto a estudios de laboratorio que se hayan hecho sobre los tejidos, siendo necesario recurrir a investigaciones relativamente recientes, fruto del reconocimiento de la trascendencia que reviste la investigación científica de una obra de arte como soporte inapreciable e ineludible en sus procesos de conservación.

Las imprimaciones corren mejor suerte pero la atención del investigador se centra principalmente en el estudio de los pigmentos descubriendo su composición química y naturaleza de aglutinantes y haciendo evidente la forma en que la materia pictórica es aplicada sobre su base, es decir, sobre la tela imprimada evidenciando analíticamente la técnica pictórica y línea compositiva de los pintores. En publicaciones especializadas sigue predominando la tendencia expuesta: las telas si-

guen siendo las grandes olvidadas.

Sea cual fuere la naturaleza del soporte que sustenta la película pictórica y dependiendo en gran medida de cuál sea la técnica a emplear en la ejecución de una pintura, sobre aquél se aplica una capa o estrato de naturaleza variada cuya finalidad es la de servir de apoyo directo al color permitiendo su buena adherencia para procurar la permanencia del estrato pictórico sobre las capas subyacentes.

Así como las técnicas pictóricas han ido evolucionando en el tiempo, de la misma forma los estratos preparatorios destinados a recibir directamente sobre ellos las capas de color también se han visto sujetos a su propia evolución dependiendo siempre de la finalidad última deseada por el artista, cuya expresión definitiva tiene lugar a través de la técnica pictórica elegida por él.

La necesidad de proveer a la pintura de una base distinta del soporte es un hecho que se ha producido desde muy antiguo, una vez superado el período de la pintura rupestre.

Obviamente, no es el objetivo de este trabajo el análisis de las técnicas, ni de los estilos, ni de las motivaciones que han propiciado el que cada época histórica se vea reflejada por medio de distintas formas de la expresión artística. Unicamente cabe exponer por su interés, si bien un tanto esquemáticamente y a modo de expresión sintetizada, la trayectoria producida en la evolución de las técnicas pictóricas, haciendo hincapié en el aspecto concreto de la evolución de las capas de imprimación.

	PALEOLITICO		NEOLITICO
	AURIÑACIENSE (30.000 a.C.)	MAGDALENIENSE : Altamira (15.000 a.C.) Lascaux	
SOPORTE	ROCA / Al interior de cuevas \\ Al exterior: "abrigos"		Abandono de la roca Empleo de muros en las arquitecturas de la época
IMPRIMACION	Carece		Enlucidos de arcilla
PIGMENTOS	OCRES: Amarillos Rojos CARBON DE MADERA: Negros	OXIDOS DE: Hierro Manganeso hematites Limonita De madera CARBONES / \\ De huesos BLANCOS: De yeso	Ocres Hematites Azurita Carbones de madera
AGLUTINANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Grasas de animales • Clara de huevo • Orina • Resinas • Cola de pescado <p>En abrigos al exterior: . Sangre . Caseína</p> <p>La migración del carbonato de cal a través de la roca y su cristalización en superficie, se constituye en fijativo de la pintura al modo de como se produce en el fresco en el proceso de la carbonatación.</p>		Difíciles de identificar
PROBLEMAS DE CONSERVACION	Los derivados de la alteración producida en los valores habituales de oxígeno, anhídrido carbónico y humedad existentes en las cuevas. Un factor que ha decidido negativamente en la ruptura del equilibrio interior de las cuevas, ha sido el acceso incontrolado de visitantes a raíz de producirse su descubrimiento.		Adherencia muy debilitada (Excavaciones de Çatal HÜYÜK por M. James MELLAERT. Datadas en 6.000 a.C. por el método del C.14. (1)

Cuando la raza humana entró en el Neolítico, se produjo un asombroso avance en las formas de vida y en la evolución tecnológica que, como es natural, se reflejó en todas las actividades realizadas y manufacturas hechas por el ser humano. La actividad artística no escapa a esta evolución; a partir de ese momento se sucede el desarrollo de las técnicas pictóricas dentro del conjunto de la producción artística.

Quizá como reminiscencia de los albores del arte, las obras más antiguas se encuadran en las técnicas murales que irán evolucionando, por su parte, hasta desembocar en el fresco, rey por antonomasia de la pintura mural, — se puede decir que lo es de todas las técnicas pictóricas — dadas sus excelentes características técnicas que propician su buena conservación.

A través de las distintas culturas, los procedimientos de pinturas murales fueron buscando nuevas vías para alcanzar la permanencia de la técnica conseguida, por fin esplendorosamente, en el período romano, aunque sus sucesores (arte bizantino, época románico-gótica) introdujeron variantes que la alejaron de la perfección técnica alcanzada por aquéllos. Es en el Renacimiento cuando nuevamente el fresco alcanza un período de gran esplendor al ser usada la técnica en toda su pureza.

Pero la imprimación propia del fresco solo es adecuada para ser depositada en un muro o pared. Hay otro tipo de obras que, por su formato, finalidad y otras circunstancias, requieren otro tipo de ejecución y de composición. Son obras de tamaños variados, de carácter móvil en las cuales se ha producido

también una evolución hasta llegar al "cuadro" en todas sus variantes, que hoy día conocemos.

De las civilizaciones antiguas, se sabe que pintaban murales. Los restos aparecidos por doquier demuestran que, con mayor o menor acierto en cuanto al aspecto técnico, proliferaron por todas partes: Egipto, India, Mesopotamia, Ceilán, China, Japón, la América precolombina, la Antigüedad clásica con Grecia y Roma.

No hay restos — salvo cerámicas y los célebres retratos de Fayum — de la existencia de obras de arte concebidas con criterio decorativo no monumental, es decir, reducidas. Hay que llegar a la época del Imperio Bizantino para saber de la ejecución de pinturas realizadas sobre madera, técnica que se extendió ampliamente constituyendo, junto a la talla de madera policromada y las pinturas murales, en las manifestaciones artísticas más importantes del campo de la PINTURA.

La época bizantina se caracteriza por la promulgación de reglas muy estrictas en la ejecución de pinturas, referidas a la iconografía y al uso de pigmentos, rigidamente aplicadas según el simbolismo emanado de aquella reglamentación. A este momento se debe la consecución de la base empleada sucesivamente como imprimación para los paneles de madera, fuese cual fuese su tamaño, mayor a medida que se avanza en el tiempo. Los materiales básicos son:

YESO + COLA ANIMAL

Manteniendo básicamente estos dos elementos, los distintos artistas o talleres les fueron añadiendo otros, pero cuidando siempre de no romper el equilibrio, pues se comprendió perfectamente la bondad de ambos para el buen mantenimiento de las pinturas que sustentaban.

La preparación que se aplica a un soporte con el fin de hacerlo apto para recibir sobre él una pintura, ha sufrido un proceso de evolución histórica conocida gracias a los escritos llegados hasta nosotros de autores de distintas épocas, como son:

- Varios documentos del siglo VIII, como el manuscrito de Lucca y el Hieracillus, (siglo XII, mencionado anteriormente), en los que hay recetas para extraer colores vegetales y para pintar sobre pergamino.
- El ya citado del monje Teófilo con su obra, también citada, "Schedula diversarium artium", que es una especie de índice de artes diversas.
- Cennino CENINI (1.437), VASARI (1.551), MAYERNE (1.620).
- Antonio PALOMINO (1.708-1.715), Francisco PACHECO (S. XVI-XVII), MERIMÉ (1.830).

Estos solo son un pequeño exponente de los distintos momentos en que aparecen escritos que versan sobre la práctica del arte, dando consejos para la buena utilización de todo tipo de materiales conocidos por ellos cuya consecuencia final es la

bondad de la obra realizada.

Hay otras vías para llegar al conocimiento de la naturaleza de las capas de imprimación, distintas de la anterior que bien podría ser denominada como "documento histórico". Entre ellas:

- a) Por accidentes fortuitos, como desprendimientos de porciones de película de color dejando al descubierto las capas de imprimación.
- b) Por tratamiento de restauración. Uno de los más evidentes sería el caso de tener que realizar un traslado de la capa de color o película pictórica a un nuevo soporte, ante el estado ruinoso del original: al eliminar éste o lo que pudiera quedar de él, aparece a la vista la imprimación por la cara en contacto con aquél, ofreciendo un documento de valor incuestionable para acceder al conocimiento de la obra.
- c) A través de los bordes de los soportes, tanto de madera como de tela, cuando quedan sin cubrir por la pintura.
- d) Por las modernas técnicas de análisis en laboratorio.

En esencia, la estructura de la preparación consta de varias capas:

- 1.- El encolado: es la aplicación de una mano de cola animal o de caseína, extendida sobre el soporte. Constituye la llamada "preparación".
- 2.- La imprimación o capa compuesta por un aglutinante y mate-

ria de carga, sólida, inerte, que varía según las épocas y regiones, cuya función es la de unificar, disminuir la porosidad del conjunto, aportar una cierta coloración de base a las capas de color que se depositarán sobre ella.

La preparación, en el conjunto de la obra, juega un doble papel:

Mecánico: Sirve para:

- aplanar, unificar las irregularidades del soporte y proveer de una superficie lisa a las capas de color.
- como aislante que evita la interacción entre el soporte (madera o tela, higroscópicos ambos) y capas de color retardando la posible aparición de daños derivados de ella.

Óptico:

- refleja la coloración del fondo que influye notablemente en la armonía final de la obra, tanto si es blanca como si lleva algún tipo de pigmentación.

Uno de los autores de cierta antigüedad considerado como uno de los clásicos de mayor altura entre los productores de literatura técnica, es Cennino CENINI, con su obra "El libro del arte", escrito a finales del siglo XIV. En ella da numerosas indicaciones acerca de la elaboración de preparaciones buenas para recibir técnicas variadas.

El mérito que tiene la obra de CENINI es que nos transmite la enseñanza directa de un taller ya que era discípulo de

Agnolo Gaddi y éste, a su vez, de Giotto; por lo tanto, las descripciones de Cenini nos ponen en conocimiento de la técnica de Giotto en pleno trecento florentino. Sus descripciones tienen la suficiente concreción para entender claramente cuáles eran las técnicas importantes en su época pues hasta entonces, los manuscritos conocidos enseñaban fórmulas de arte aplicado que hoy día servirían de muy poco.

En el tiempo anterior a GIOTTO se pintaba bajo los cánones de la pintura bizantina de gran rigidez pero acatada por todos los pintores. Para imprimaciones empleaban cola animal, jabón, yeso y miel sirviendo de base a la técnica del temple de huevo. De esta escuela rigurosa surge la figura de Duccio de BUONISEGNA seguidor de las normas imperantes.

En su "Maestà" sigue al libro de Athos en sus entonaciones semitransparentes de tierra verde Verona para luego sombrear los volúmenes pintando encima. Giotto fué seguidor de Duccio y su técnica es muy parecida, aún, a la empleada por los monjes de Athos. Los detalles de las imprimaciones son expuestos por CENINI en su libro.

Así, para pintar óleo sobre hierro, tabla y piedra, dice que hay que dar previamente una mano de cola de recortes de pergamino, cabra o cabritilla. Para pintar sobre tablas, comienza por explicar cómo debe prepararse la cola, tarea fundamental para la buena marcha del proceso por lo que dedica varios capítulos a este tema concreto. Es tan importante la aplicación de la mano de cola previa a la imprimación que la

compara a un buen aperitivo para abrir boca a una succulenta comida. (2)

El siguiente paso es el de entelar la tabla con LINO viejo, fino, blanco y sin grasa, en tiras impregnadas en cola que sitúan sobre las juntas.

El enyesado, o preparación propiamente dicha, se hace con:

- Alabastro yesoso de Volterra (piedra de yeso blanda, granular, sacaroide, compacta, de aspecto similar al mármol, transparente cuando tiene poco espesor). Mezclado con la cola recubre la tabla en primera mano.
- Yeso fino: es el anterior, "purgado" un mes en agua. Se mezcla con la cola ya indicada anteriormente.

Diversas formas de preparar las tablas se encuentran en la obra mencionada, en los capítulos CV (hacer cola o engrudo), CXIII (pintar sobre tabla), CXIV (entelar una tabala), CXV (enyesar la tabla) y CXVI (yeso fino para tablas).

Avanzando más en el tiempo, tenemos otro clásico de la literatura artística en Francisco PACHECO (1.546-1.654).

En su "Arte de la pintura", a propósito de las imprimaciones de lienzos, expone los varios modos que usaban los pintores según el lugar:

- Gacha de harijas (polvillo de la harina que el aire levanta al cernirla), aceite de comer y miel; se tapaban poros con

esta pasta y, una vez seco, se raspa con piedra pómez. Añaden óleo a esa imprimación. Con ella se dan una o dos manos.

- Cola de guantes según los habituales procesos de obtención. Después de seca, se añade yeso cernido tapando bien la trama, raspado con piedra pómez y posteriormente se imprima con brocha dando una o dos manos.
- Cola de guantes con ceniza cernida aplicado a brocha y cuchillo. Al secar, pasar la piedra pómez e imprimir con almagra común molida con aceite de linaza. Se emplea en Madrid.
- Imprimadura con albayalde más azarcón y negro carbón con aceite de linaza sobre el aparejo de yeso.

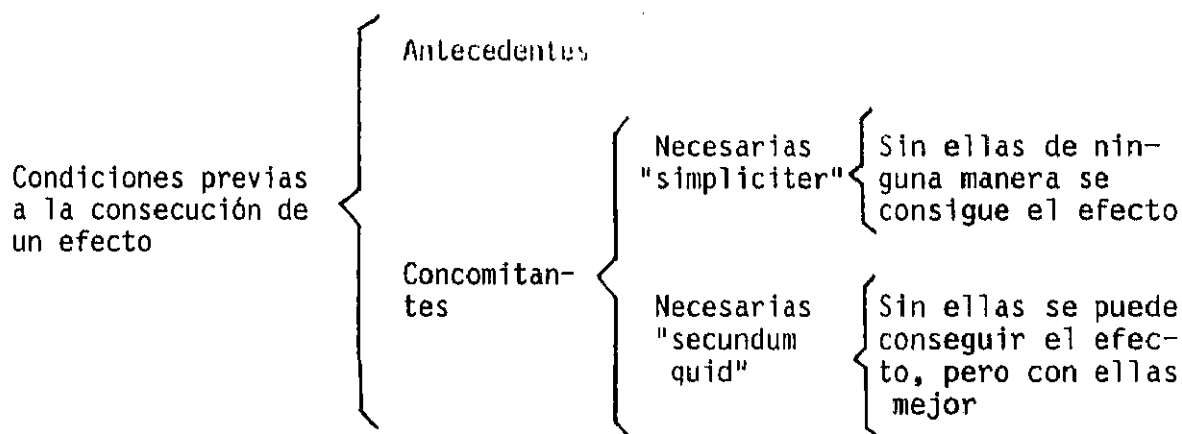
Todo aparejo con harina, yeso o ceniza, se pudre (lo sabe por experiencia), porque se humedece con el tiempo. Para contrarrestar este inconveniente recomienda varias cosas:

- . Cola de guantes flaca aplicando dos manos estando helada, quitando lo sobrante con cuchillo. Pasar la piedra pómez e imprimir encima.
- . La mejor imprimación y más suave, es el barro de Sevilla molido en polvo y templado en la cola con aceite de linaza, dado con cuchillo para igualar; pasar la piedra pómez para recibir la segunda mano con la que queda más cubierto y parejo. Al secar, aislarlo para dar la tercera mano a la

que se puede añadir (si se quiere), albyalde, que da más cuerpo. Todo dado con cuchillo.

. También sin cola se puede aparejar con las tres manos de imprimadura.

Un poco más adelante, tenemos a Antonio PALOMINO (1.653-1.726), que es autor de una obra clásica en las tecnologías artísticas titulada "El Museo pictórico y escala óptica". En el tomo segundo, "Práctica de la pintura", Libro V: "El copiante" y capítulo III, el autor establece una escala de correlación entre los elementos que integran una obra final, dando a unos más relevancia que a otros, según el esquema siguiente:



Esta aclaración viene a reforzar el hecho de que, si bien no es absolutamente necesario o imprescindible proceder a dar una preparación adecuada a la superficie sobre la que se va a depositar la pintura, sea cual fuere la técnica a emplear, es indudable que la pintura quedará mejor asentada sobre el soporte si éste es sometido previamente a un tratamiento que lo adecúe

para ser el receptor idóneo de la técnica pictórica depositada sobre él.

PALOMINO trata principalmente de las imprimaciones de lienzos ya que en su época histórica el soporte de tela había alcanzado su pleno apogeo relegando a planos muy secundarios la ejecución de obras sobre madera y mural. Al tratar del "Aparejo" (expresión que puede equivaler al de preparación) indica que es normal darlo según dos modalidades distintas:

a) La más antigua es de gacha o pasta compuesta de:

agua

harina de trigo bien cernida

un poco de miel

un poco de aceite de linaza

Esta mezcla se trataba por medio del calor y con ella se daba la primera mano al lienzo de forma tal que tape los poros sin cargar en exceso para no tapar los hilos pues si no, salta y se descascarilla. La carencia de miel y aceite en lugares húmedos favorece el crecimiento de mohos que "viene con el tiempo a pudrir el lienzo que, por último es hierba corruptible" (Sic).

b) Cola de retazos de guantes que se da en frío restregando con piedra pómez para cortar cualquier aspereza del lienzo.

Después del aparejo se procede a dar la imprimación al óleo que, en síntesis, se elabora de la forma siguiente:

1. En Andalucía: con el légamo de las crecidas del río una vez seco.
2. En Madrid: con gresa o tierra de Esquivias (a falta del légamo).

Se le añade almazarrón o almagra para que tome color y cuerpo y aceite de linaza formando porciones llamadas "moladas" a las que se añaden porciones de colores viejos para ayudar a su mejor secado pues el légamo y la grada son insecables. También se repasa con piedra pómez.

(Como elemento novedoso en las preparaciones aparece la inclusión del aceite, aunque su uso en actividades artísticas data de tiempos anteriores como se verá más adelante al tratar brevemente de la técnica del óleo).

Algunos datos técnicos sobre las colas

Las colas animales usadas tradicionalmente en las técnicas pictóricas desde la antigüedad se obtienen de huesos, nervios, del pescado y de la piel del conejo según procedimientos exhaustivamente descritos en múltiples tratados referidos a la práctica del arte.

Según el modo de extracción, la clase de animal o el tratamiento, su presentación varía en la forma:

en placas: para la cola de piel de conejo, huesos y nervios; es de color marronáceo más o menos transparente, con peso de unos 100 g. y son muy quebradizas.

en granos: adoptan forma de bolitas o en pequeños trozos, de color más claro; para igual concentración, son menos fuertes que la de placas porque el proceso de fabricación disminuye su capacidad de hinchamiento.

en hojas: propio de la cola de pescado que suele ser de color muy claro, translúcidas y muy ligeras de peso (algunos gramos).

Al igual que toda materia, tiene unas características propias de tipo físico y químico que le dotan de su propia personalidad. Como cualidades físicas se pueden señalar:

- todas tienen igual característica de empleo.
- se gelifican en agua.
- se hinchan por retención física y química.
- pueden absorber de 500 a 1.000 veces su volumen de agua.
- tienen buena resistencia a los agentes térmicos ya que resisten perfectamente el frío aunque menos el calor.
- su índice de refracción es débil por lo que usadas como aglutinante, dan una pintura mate; no obstante se pueden

obtener transparencias si se las emplea en proporciones y espesores muy bajos.

Respecto a sus características químicas hay que decir que:

- solubilizando las proteínas con soluciones salinas la reacción se vuelve irreversible.
- los agentes bacterianos de función aldehído (tanino, formol, ...) y los alcoholes no son utilizables como conservantes en los geles de proteínas.
- atacados por microorganismos, los geles de proteínas se transforman en aminoácidos sin poder colante.
- los agentes conservantes recomendados son los amonios cuaternarios.

De ambos tipos de caracteres se derivan ventajas e inconvenientes en la consideración de uso de las colas animales. Ventajas importantes que ofrecen estas sustancias son su reversibilidad en agua caliente, son flexibles, bastante estables y homogéneas con los materiales pictóricos tradicionales y con un excelente poder mojante y emulsionante.

Como contrapartida tiene como inconveniente que son altamente higroscópicas, es decir, que atraen poderosamente a un agente especialmente muy peligroso para las obras de arte: el agua. Hay que evitar su aplicación en telas ajadas y deslustradas lo mismo que sobre preparaciones de bol de Armenia. Además hacen necesario el incluir un fungicida estable porque son

hidrófilas e hipersensibles a los ataques bacterianos. Su estabilidad en medio húmedo es bastante relativa.

Las proporciones adecuadas para ser utilizada en encolados y como materia base de otras mezclas, son de:

10 a 80 g. / l. de agua

Las colas así gelatinadas permiten el encolado de la madera previo a la aplicación de los estucos para dorar y el reforzamiento de maderas debilitadas por el ataque de gusanos.

En la restauración de papeles antiguos permiten la recuperación de su prestancia anterior en aquellas obras en las que el encolado se haya degradado en cuyo caso se aconseja utilizar una gelatina pura muy poco concentrada.

En la preparación de la gelatina conviene tener presente que se hincha en agua fría y más allá de 30° C. pasa a solución. Para preparar la solución se recomienda dejar hinchar la cola en agua fría variando los tiempos según la forma de presentación.

en polvo: 15 a 30 min.

en perlas: 2 h.

en placas: 24 h.

Seguidamente se calienta al baño maría evitando cuidadosamente sobrepasar los 60° C.

Se puede pegar con cola animal toda superficie capaz de ser mojada con agua.

En el campo de la conservación de obras de arte se emplea frecuentemente en la restauración de madera, pintura de caballete, artes gráficas, etc. y es integrante tradicional de los estucos de dorar. Las mezclas habituales suelen ser:

$$\frac{80 \text{ g. / l. de agua}}{70 \text{ g. de carga (yeso, creta, ...)}}$$

En la fijación de las capas de color en el caso de policromías de pinturas, los geles de colas de pieles — tanto si llevan adicionados agentes tensoactivos naturales (hiel de buey, ajo) o sintéticos — permiten refijarlas cuando se han desprendido de su base.

Usada en las operaciones de reentelado, las de pieles, nervios y huesos llevan adicionados, en ciertas proporciones, harinas (de trigo, centeno, ..) y otros componentes (hiel de buey, trementina de Venecia) que complementan su acción reforzando sus efectos.

Otros autores abundan sobre el mismo tema de las preparaciones con cola siendo evidente que los materiales, tanto aglutinantes como materias de carga, varían según sean las zonas de su uso. Así se puede encontrar que:

- A) Aglutinantes acuosos o de cola animal o caseína son mezclados con carbonato de cal (Blanco de España, de Bolonia, o de Meudon), según el reparto siguiente:
- Escuelas de Centro y Norte de Europa en el siglo XV XVI.

- En capas finas es usado con frecuencia por:

MEMLING

HOLBEIN

RUBENS

REMBRANDT

Las colas animales se extraen de pieles de conejos, cartilagos, nervios de buey, recortes de pergamino o pescado. Son materias proteicas y su principio activo es la Gelatina. La caseína se extrae del requesón de la leche.

El modo de operar para la obtención de ambos queda exhaustivamente explicado en las más autorizadas publicaciones técnicas pictóricas y materiales usados en arte, por lo cual carece de interés repetir aquí lo que puede encontrarse con facilidad en bibliografía específica de este tema.

- B) Aglutinantes acuosos de cola animal mezclados con sulfato de cal es empleado en:
 - Escuelas mediterráneas desde el siglo XIV.
- C) Aglutinantes oleosos que aparecen después del siglo XV. Se extienden con el uso de la tela como soporte, especialmente al considerar que es más flexible para telas de grandes dimensiones siendo adoptado por los pintores venecianos del siglo XVI que abandonaron paulatinamente las imprimaciones de yeso. Pintores que las usaron, aunque también pintaran sobre yeso:

RUBENS

TIZIANO

VERONÉS

El aceite va mezclado con carbonato de plomo o "cerusa", con tetróxido de plomo y tierras coloreadas (ocre, amarillo, rojo). Esta preparación tarda en secar a causa del aceite por lo cual, con frecuencia, se les añadían secativos que, cuando han sido incorporados en cantidad excesiva, tienen consecuencias desastrosas para la pintura provocando oscurecimiento, y craquelados.

En los siglos XIV - XV se encuentran imprimaciones espesas en paneles italianos mientras que en los flamencos del XVI y XVII son delgadas.

Poco a poco la preponderancia de la imprimación blanca va cediendo el paso al empleo de bases coloreadas, consecuencia lógica de la evolución de los gustos estéticos y de la técnica pictórica que busca nuevos efectos aprovechando texturas y colores subyacentes bajo la capa de color.

En el siglo XVII se hacen imprimaciones rojas o pardas para reforzar las sombras. Hacia el siglo XVIII las blancas son prácticamente abandonadas en favor de las coloreadas en tonos diversos: rojas, ocre, rosado, rosa, incluyendo, además, otras a base de cera y emulsiones oleosas. Este tipo de bases ha sufrido, con el paso del tiempo, una evolución negativa oscureciendo irreversiblemente las composiciones originales pintadas sobre ellas.

En el siglo XIX se vuelve a las imprimaciones blancas.

Pocos artistas imprimaban por si mismos en esa epoca sus lienzos. Las facilidades que ofrecia la creciente mecanización de la vida en todos sus aspectos, fueron aprovechadas por los pintores del XIX. Generalmente los lienzos eran encargados con mención expresa, muchas veces, del tipo de preparación que deseaba el artista.

Los lienzos comerciales se ofrecían ya imprimados, dispuestos para ser usados sin más requisitos. El fabricante preparaba piezas de gran tamaño de las que se cortaba el trozo de las dimensiones deseadas. Es conocido el uso del aceite en las preparaciones de este tipo pues favorecía el almacenaje al permitir ser enrollado sin que la capa de imprimación sufriese daño. El peligro proviene del posible exceso de aceite, la posible mezcla de aceites y la falta de garantías de que el secado de la imprimación era correcto pues si no, se corre el peligro de que sequen a la vez imprimación y color produciéndose grietas en ésta.

Desde el punto de vista histórico, antes de 1.870 prevalecían las imprimaciones lisas en dos capas, pero luego se impuso la imprimación granulosa de una sola capa a causa de las preferencias hacia el mantenimiento de la textura del lienzo expresada por los impresionistas pues parece ser que les ayudaba a extender los colores y facilitaba la consecución de las diferentes texturas de los diversos objetos presentes en una composición.

El color más empleado en las imprimaciones antes de la fecha indicada, era el blanco pero, como consecuencia de aprovechar cada vez más el color del fondo como un valor más de la composición, es frecuente encontrar otros colores de base como el beige, grises de varias tonalidades más cálidas o más frías, marrones, rosáceas, etc. Las bases claras eran muy apetecidas por los impresionistas ya que estos destacaron por el interés en plasmar la luz en sus cuadros y la tonalidad clara actúa como unificador luminoso al reflejar la luz que incide sobre ellos.

Pero así como es frecuente encontrar en las publicaciones sobre el arte del siglo XIX numerosas reflexiones acerca del potencial colorista de la tonalidad de las imprimaciones, no lo es en absoluto la aparición de datos concretos sobre la naturaleza material de las imprimaciones. No obstante, y como ejemplo, Anthea CALLEN, en "Técnicas de los impresionistas" recoge un dato muy concreto sobre RENOIR: parece ser que usaba bases oleosas brillantes y poco absorbentes y su hijo Jean dice que en sus últimos años empleaba bases con:

- 1 parte de blanco de plomo
- 1/3 de aceite de linaza
- 2/3 de esencia de trementina

(Se refiere al cuadro "Los Despenaderos").

Durante mucho tiempo se ha dicho que la técnica del óleo tuvo su comienzo con los hermanos VAN EYCK en el siglo XV, pero

ya está admitido sin dudas que la aceptación e implantación de esta técnica fué el resultado de un largo proceso iniciado en tiempos muy anteriores, durante los cuales los pintores lo incluían en algún momento de la ejecución de sus obras.

Obviamente, a medida que transcurría el tiempo, fueron aumentando los conocimientos sobre el comportamiento de esta materia hasta desembocar en su total imposición, como técnica de pintura lo que unido al uso de la tela como soporte hicieron de ambos los dueños indiscutibles de la producción artística a partir del siglo XVI fundamentalmente. Anteriormente ya era buscado por los artistas el sustituir la técnica del temple a causa de los inconvenientes derivados de su proceso de secado fijando su atención en las propiedades de secado lento del aceite de linaza.

Estas propiedades ya eran conocidas desde mucho tiempo atrás, encontrándose referencias al uso del aceite en algunos de los autores más antiguos pero no refiriéndose a él como aglutinante de pigmentos para ser usado en pintura.

No es difícil encontrar referencias documentales acerca del uso de los materiales artísticos a lo largo de la historia conocida. Respecto al conocimiento y uso del óleo, primero como diluyente y más tarde como aglutinante, se pueden señalar algunas como muestra del estado de los conocimientos en diversas épocas:

GRECIA.- "Los dos principales métodos griegos para la pintura de estudio eran — según Plinio, Vitruvio y otros

autores — el encáustico y un segundo proceso, incierto y misterioso que, según distintos autores modernos, pudo ser el óleo, el temple de huevo o la cera disuelta y emulsionada". (Ralph MAYER en "Materiales y técnicas de arte", p. 15).

ORIENTE. "Los chinos estaban familiarizados con varios tipos de aceites secantes desde hace muchos siglos y los empleaban para diversos fines técnicos, pero su arte pictórico se limitaba a la tinta y a las acuarelas sobre papel". (Op. cit. p. 16)

GALENO. Menciona los aceites secantes y sus tratamientos. (siglo II)

AECIO. También hace mención de los aceites secantes de linaza (siglo V) y nueces que usaban doradores y pintores al encausto para conservar sus obras.

HERACLIO y TEOFILO. (siglos XI-XIII)

Según A.P. LAURIE, la primera mención de aceites secantes aparece en documentos del siglo XI o XII en estos autores y lo presentan como diluyente pictórico. Laurie en su obra "La práctica de la pintura", da detalles (pp. 20-24) de cómo operaban.

Acercándonos ya a la época de expansión de la técnica del óleo, hay que nombrar a Cenino CENINI, pintor del Quattrocento italiano (siglo XV), que en los capítulos LXXXIX, XC, XCI, XCII y XCIII, explica cómo se ha de pintar al óleo sobre muro, cómo

se prepara un buen aceite cocido al sol y como se muelen los colores con aceite; todo ello referido a la técnica mural,

Sin embargo, en las pinturas de los siglos XV y XVI, siguiendo el estilo preconizado por los artistas flamencos a las que se llamaba genéricamente "pinturas al óleo", lo que había realmente era un temple muy elaborado y refinado con la adición de medios oleosos o resinosos, pero a partir de aquí el siglo XVI vió el auge que iba cobrando la nueva técnica, desplazando poco a poco al temple hasta que llegamos a su total imposición en el siglo XVII.

Pero la incorporación del aceite no se limitó sólo a las capas de pintura propiamente dichas, sino que las imprimaciones — como quedó visto en su lugar — también lo venían incorporando a través de mezclas más o menos complejas y elaboradas, a pesar de sus inconvenientes, puesto que su uso estaba muy bien controlado tanto en la cantidad como en la calidad.

3.2. PROBLEMÁTICA DE SU CONSERVACIÓN COMO PRELUDIO A LA QUE PLANTEA EL ARTE CONTEMPORÁNEO

Es en el siglo XIX, con la revolución industrial, cuando empiezan a aparecer los problemas graves en la conservación de los cuadros. Los pintores compran telas ya preparadas por el fabricante, que incluyen aceite en sus formulaciones en cantidad mayor que las toleradas por las recetas tradicionales hasta ese momento. Los lienzos preparados, generalmente son de tejido

flexible para facilitar su enrollado y para que ocupen poco sitio en su almacenaje. Esto requiere exceso de aceite que casi siempre es enranciado y exige largo tiempo en secar. Para mantener el lienzo flexible, se le suele añadir otros óleos grasos (oliva, almendras, algodón) que, aunque en cantidades muy reducidas, comportan consecuencias graves porque no secan nunca.

Pero no queda ahí la gravedad del tema, sino que, además, el artista ya no está en situación de controlar ni la calidad del aceite ni la cantidad, así como tampoco tiene medio de conocer si el fabricante hace mezclas de distintos aceites para incluirlos en las preparaciones.

Una mala imprimación oleosa tendrá como resultado el no favorecer la adherencia de las sucesivas capas depositadas sobre ella provocando su desprendimiento. El exceso de aceite en una imprimación da como resultado la formación de una película con las características propias reseñadas para la oxidación (pág. 408 y siguientes), haciéndola muy poco adecuada para recibir encima la materia pictórica; puede que ayude a mantener flexible la tela durante más tiempo, pero esto no pasa de ser un efecto inmediato muy engañoso.

Por otra parte, la película superficial que se formará después del secado y oxidación tiene una textura un tanto satinada que no favorece el "agarre" de las capas de color, salvo que se haya incluido en la preparación algún elemento que le dé cierta rugosidad para favorecer el buen asentamiento de

la pintura sobre la preparación.

Otro inconveniente que tendría una preparación excesivamente grasa, además de lo indicado hasta ahora, sería el bajo grado de absorbencia hacia las capas superiores, lo cual, con el transcurso del tiempo, produciría un rechazo entre ambas traducido en desprendimientos de la película pictórica. Este hecho, con una gravedad mayor o menor en virtud de la cantidad de aceite que lleve incorporada la preparación, ha sido muy frecuente en las obras pintadas a partir del siglo XIX. Si la cantidad de aceite no impide la penetración de la película de color en su base, lo que garantiza una buena permanencia sobre ella, no es rechazable tajantemente su presencia en las capas de imprimación.

Siempre que una tela, respecto a la preparación, ofrezca las características de correcta elaboración, buena absorbencia y cierta rugosidad superficial que favorezca la adhesión del color, puede decirse que estamos ante un lienzo de buena calidad cuya elaboración se ha cuidado con esmero para hacerla receptora adecuada de la pintura y, como consecuencia, contribuir poderosamente a su buena conservación; en lo tocante a la naturaleza de las fibras textiles utilizadas en su fabricación, han de responder a las exigencias preconizadas por siglos de experiencia para que el fin al que van a ser destinadas, unido a lo anteriormente dicho sobre preparaciones, las haga el soporte adecuado para una pintura.

3.2.1. El aceite en la imprimación

El aceite, al igual que toda materia empleada en arte, está sujeto a un proceso de evolución natural que ejerce innegable influencia en aquellos otros materiales con los que va unido. Desde el punto de vista del objetivo de este trabajo, se van a exponer los inconvenientes que tiene, no como aglutinante de pigmentos para formar la masa apropiada para pintar, sino como integrante de las preparaciones de las telas que van a recibir la pintura, sean o no técnica oleosa.

Veamos, entonces en primer lugar, cómo es el comportamiento de la materia llamada "aceite" y, posteriormente, de entre los aceites aptos para la pintura, centrar la atención en el de linaza por ser el más frecuentemente usado como aditivo en las imprimaciones grasas.

El aceite de linaza, el mejor de los secativos conocidos durante el proceso de secado, aunque se encuentre unido a otros materiales, está sometido a la acción del ambiente integrado por varios componentes entre los que cabe destacar: la luz, el vapor de agua y el oxígeno, cuya acción conjunta sobre él lo van transformando en una materia sólida, transparente y elástica en la que la "linoxina" destaca como componente principal. Todo ello es debido a una serie de reacciones físicas y químicas y a la oxidación del aceite.

¿Qué dice la Química respecto a este material?. MAYER, en la obra citada anteriormente, da una definición:

"Un aceite es un glicérido de un ácido graso; un ácido graso es un ácido orgánico perteneciente a cierta familia o serie de ácidos de constitución y reacción similares, cuyos miembros más importantes aparecen en las grasas y aceites de origen animal y vegetal".

Un glicérido es un éster o sal que contiene glicerina. Así pues, hay líquidos oleosos que no caben en esta definición al carecer de este último elemento, como es el caso del petróleo, aceites minerales y aceites esenciales si bien la denominación de "aceite" se debe más bien a su aspecto externo y no a sus características intrínsecas. Los aceites vegetales, como es el caso de la linaza, están compuestos de mezclas muy complejas de ácidos y ésteres variados.

Por otra parte, los glicéridos también pueden ser muy complejos pues la molécula de glicerina puede ir combinada con ácidos diferentes, lo cual da como resultado una gran variedad de tipos, siendo los glicéridos de los aceites secantes los que se combinan fácilmente con el oxígeno del aire.

Nuevamente MAYER nos explica en qué se fundamenta el proceso de secado del aceite y los inconvenientes que conlleva para la materia pictórica que emplea el pintor en sus cuadros. Así, es la presencia de dos ácidos en el aceite, el ácido linoleico y el ácido linolénico los que determinan las propiedades secativas del aceite de linaza, pues ambos se combinan espontáneamente con el oxígeno presente en el aire del ambiente, lo que promueve una serie de reacciones en cadena cuyo resultado final es la linoxina o sustancia dura, seca, resistente e insoluble.

Por otra parte, también la humedad juega su papel en el proceso de evolución del aceite pues, al actuar sobre algunos glicéridos del ácido linolénico en condiciones de ausencia de luz solar — es decir, en oscuridad — ocasiona el amarilleo del aceite. De esto se desprende que el mayor contenido del ácido linolénico en un aceite secativo, implica la posibilidad de un mayor grado de amarilleo. El aceite de linaza tiene un porcentaje alto de glicéridos y de ácido linolénico mayor que el de otros aceites secativos, por lo que su amarilleo es mayor; el de adormidera, por ejemplo, tiene menos ácido linolénico y amarillea menos aunque, en contrapartida, seca peor. Por otra parte, el aceite hace los colores más traslúcidos a causa del proceso de saponificación y oscurece los pigmentos.

El secado del aceite es un fenómeno complejo. Los antiguos ya sabían aumentar la cualidad de secado de los aceites por cocción al baño-maría o exponiéndolos al sol (actúa la radiación UV), o por la adición de elementos metálicos tales como el blanco de plata (carbonato de plomo), litargirio u óxido de plomo (del manuscrito de Galeno, siglo II).

Los aceites esenciales o esencias, se obtienen por destilación bien sea de plantas (lavanda macho para la esencia de espliego) o de bálsamo de pinos (esencia de trementina). Se llama aceite mineral por el petróleo que, destilado, produce una esencia muy volátil, el white spirit, ya conocido en el siglo XVII en Italia bajo el nombre de "aceite de Sasso" o "aceite de Pietra".

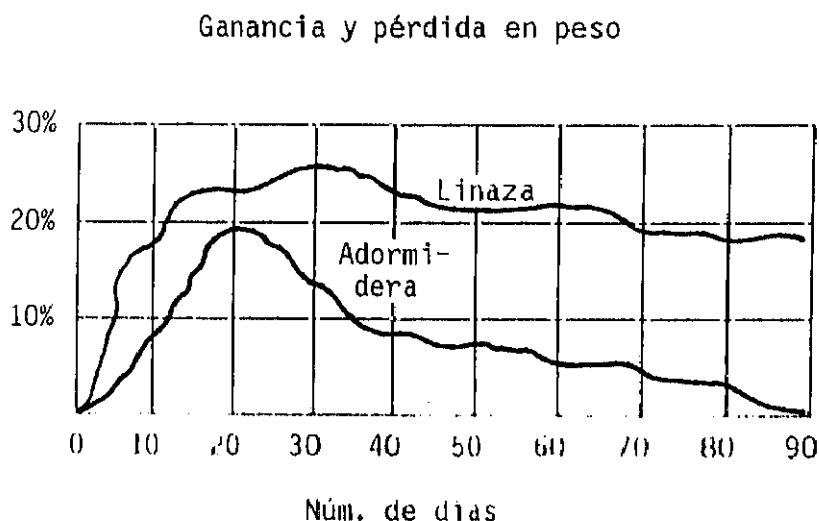
El proceso de secado es muy importante porque es el que posteriormente, a la vista del producto definitivo, va a condicionar las características de la película pictórica o de aquella otra materia destinada a formar parte sustancial del cuadro, en la que vaya incluido. El secado de algunos aceites vegetales da como resultado la formación de una película fuerte y adhesiva, cualidades éstas que los hacen aptos para ser empleados en pintura. El fenómeno no se produce porque se evaporen los elementos volátiles que contenga el aceite, sino porque se oxidan, lo cual es muy diferente ya que se produce la adición de otro elemento, el oxígeno, al realizarse la combinación. Esta película dura no puede ser regenerada para volver a su estado original, más fluido y elástico.

También se produce una variación en el peso del aceite pues la incorporación del oxígeno lo aumenta aunque haya una cierta compensación al eliminarse algunas otras sustancias por volatilización. Todo ello puede ser medido en laboratorio pasando a formar parte del enunciado de las propiedades del aceite.

De estas características funcionales del aceite, conocidas experimentalmente por los artistas de todos los tiempos, se deriva la costumbre tradicional de exponer los cuadros pintados al óleo en lugares a los que llegue una buena iluminación natural — sin sol directo — porque el oscurecimiento producido en un cuadro por haber estado almacenado en lugar oscuro, puede corregirse de esta forma tan simple.

Como ejemplo del comportamiento del aceite durante el seca-

do, MAYER expresa por medio de una gráfica, las diferencias que se van dando en sus características:



Curva de secado del aceite de linaza y del de adormidera

En este ejemplo se exponen dos casos extremos: un excelente resultado en un aceite de linaza y otro muy malo para el de adormidera, sin que ello quiera decir que siempre se produzca el mismo tipo de gráfica. La bondad del secado del aceite de linaza se entiende perfectamente si tenemos en cuenta que lo ideal es que la curva alcance la mayor altura en el menor tiempo posible, descendiendo, a partir de aquí lo menos posible.

La consecuencia práctica inmediata es que el encogimiento del aceite de linaza será menor que el de adormidera favoreciendo la estabilidad de los materiales en los que vaya inclui-

do para pintar (pigmentos).

Hay una serie de circunstancias externas que pueden influir en el proceso de secado incidiendo negativamente en él. He las aquí someramente indicadas:

- Una atmósfera húmeda retarda el secado.
- Una atmósfera demasiado seca lo acelera.
- La luz solar directa le perjudica mucho.
- La acción de los pigmentos sobre el aceite.

De lo expuesto hasta ahora acerca de las características del aceite, se pueden sacar algunas conclusiones importantes:

- Su empleo permite obtener una pasta fácilmente manipulable, que permite intervenciones posteriores sobre ella con óptimo resultado.
- Conserva flexibilidad y elasticidad.
- Es preciso propiciar condiciones de secado normal o natural.

El tratamiento dado al aceite extraído de las semillas de la planta "*Linum usitatissimum*" ha ido evolucionando con el transcurso del tiempo, dependiendo del uso a que fuese destinado en cada momento histórico hasta alcanzar un grado de refinamiento adecuado para ser empleado como aglutinante de pigmentos. El aceite de linaza tal como lo conocemos ahora, es fruto de una larga experimentación encontrándose recetas para refinarlo en los tratados históricos al respecto, hasta llegar a

varios autores modernos que se han ocupado del tema con una perspectiva centrada en la investigación científica sobre las características y comportamiento de los materiales. Autores importantes para la obtención de datos al respecto, son EASTLAKE, LAURIE, DOERNER, MAYER, que nos brindan conocimientos de las técnicas antiguas e investigaciones modernas.

A pesar de los inconvenientes que presenta este material, llegado un momento, los pintores lo prefieren abandonando otros que no fueran éste habiendo perdurado hasta nuestros días con carácter de exclusividad hasta que la investigación y la experimentación continua han ido incorporando otros a la práctica de la pintura.

El aceite empleado como aglutinante de pigmentos con el fin de conseguir una pasta válida para ser extendida sobre una superficie, es el aceite de linaza obtenido a partir del prensado de las semillas del lino y posterior refinado. Ha sido preferido a otros aceites secantes precisamente por el favorable proceso de secado que hace muy dúctil a la materia pictórica a la que va incorporado.

El más adecuado para pintar es el que ha sido prensado en frío ya que el uso del vapor, si bien hace más económico el proceso porque extrae más sustancias de las semillas, a pesar del refinado, se hace más quebradizo con el paso del tiempo que el prensado en frío. Los que se usan ahora se refinan con álcalis.

3.2.2. Alteraciones de la imprimación

Una pintura técnicamente bien ejecutada es una pintura sana, pero ello no impide que esté sujeta a las alteraciones derivadas del simple transcurso del tiempo al producirse el envejecimiento natural de sus componentes. Las imprimaciones participan de este fenómeno natural sufriendo alteraciones propias que, desgraciadamente, repercuten en la estabilidad de las capas de color que soportan.

Como ya ha quedado expuesto, los pintores hasta el siglo XVIII poseían un conocimiento artesanal del oficio de pintar lo que implicaba que ellos mismos preparaban las telas para pintar y molían los colores con lo cual, al seguir puntualmente el recetario tradicional, se aseguraban la buena calidad de los materiales y su correcta mezcla y manipulación.

En la segunda parte del siglo XIX, con los impresionistas, aparece la búsqueda de los valores de la materia como tal, ensalzándolos, potenciándolos y exaltándolos como un elemento importante en la estética del cuadro siendo esta búsqueda tan obsesiva que disminuyó la preocupación por cuidar la calidad en la elección de los materiales. Así es normal encontrar soportes mediocres, preparaciones demasiado absorbentes, colores comerciales de calidad incierta, pintura magra irregularmente cubriente, empastes excesivos, ausencia de barniz final protector, etc. Estas obras son frágiles, siendo estas omisiones la causa de los males típicos de la pintura del siglo XIX.

Ciñéndonos al aspecto referente a los daños que pueden afectar a las preparaciones como consecuencia de su natural proceso de envejecimiento y degradación, veamos algunos, los más frecuentes que, obviamente, se agravan en todos los casos en los que la bondad de los materiales en cuanto a su calidad y cantidad específicamente destinados a esta etapa de la ejecución de un cuadro, no ha sido debidamente observada.

En una pintura técnicamente bien ejecutada, la primera consecuencia del envejecimiento sería el debilitamiento del aglutinante, evolución irreversible no sujeta a tratamiento regenerativo. Como consecuencia se produce la pérdida del poder de cohesión y adhesión de las capas de color a la preparación y de ésta a su soporte. De este hecho se derivan algunos daños concretos, como son:

- Aparición de craquelados llamados "de edad" propios del envejecimiento del aglutinante. Son fisuras producidas en la capa pictórica que han llegado hasta ella desde la preparación. En la aparición de estos craquelados tienen importancia, además, como elementos generadores de los mismos, los cambios bruscos higrométricos que provocan movimientos en el soporte que pasan a las capas de color a través de la preparación.
- Craquelados motivados por las vibraciones y sacudidas que se originan en transportes de cuadros: igualmente llegan al color por medio de la preparación.

- Craquelados producidos por preparaciones con empastes excesivos dados sobre una tela demasiado fina para ser capaz de soportarla sin riesgos. (Esto ocurre en algunos cuadros neoclásicos, como es el caso de Ingres).
- Desprendimientos al perderse la adherencia entre la preparación y el soporte o bien porque la misma preparación ha perdido cohesión; en cualquiera de los dos casos, se producen "escamas" en la película pictórica que son el preludio o estado previo al desprendimiento y caída de fragmentos de materia pictórica.
- Ampollas huecas debidas a condiciones ambientales negativas.
- Lagunas o pérdida de materia pictórica acompañada generalmente de preparación cuya causa hay que buscarla en las malas condiciones de conservación.

Viendo la relación de daños que pueden sobrevenir a un cuadro, puede hacerse un compendio de las causas principales que los motivan:

1. Movimientos del soporte. Las capas de imprimación depositadas directamente sobre la tela, no pueden seguir los movimientos de ésta causados por la variación de la HR debido a que, al envejecer y perder elasticidad, se han endurecido volviéndose rígidas. Incapaces de adaptarse a la nueva situación, se craquelan afectando también al color y demás estratos superpuestos encima de la tela. Son visibles en

película radiográfica.

2. Tensiones locales como destensados, dilataciones parciales, telas mal tensadas cuya consecuencia es la aparición de daños concretos en zonas determinadas formándose perpendicularmente a la tensión ejercida.
3. Naturaleza del aglutinante. Tiene gran importancia en las diferentes formas de manifestarse el craquelado aunque, hasta ahora, no se conocen bien los mecanismos que actúan para producirlas así.
4. Ejecución técnica. El espesor de la capa de preparación y la forma de ser aplicada, por una parte y por la otra, la técnica de ejecución de la pintura así como la naturaleza de los pigmentos y algunas otras causas, influyen en la aparición y aspecto de los craquelados. Las condiciones de conservación también son importantes.
5. Acción mecánica y manipulación. El enrollado para su almacenaje favorece el proceso de formación de craquelados posteriormente.
6. Craquelados prematuros. Generalmente se producen por mal uso de cualquiera de los elementos: desconocimiento de los materiales, de su manipulación, de técnicas de ejecución, negligencias.

Como puede deducirse, la acción de imprimir o preparar una tela para recibir encima la pintura, está muy lejos de ser un

mero trámite que se cumple por tradición, sino que son poderosas las razones que mueven a cuidar esmeradamente esta operación, por que su bondad tiene una gran repercusión en la calidad material de la pintura, así como en su correcta conservación.

Después de esta exposición referida a la tela e imprimaciones en general, pasemos a revisar rápidamente desde el punto de vista de la técnica de ejecución, el tipo de producción artística del siglo XIX para intentar descubrir, siquiera someramente, el estado de la cuestión que se viene tratando entre los artistas de ese período histórico.

3.3. CONOCIMIENTO CIENTIFICO DEL MATERIAL TEXTIL Y DE LAS IMPRIMACIONES DE LA PINTURA DEL SIGLO XIX A TRAVES DE LA LITERATURA TRADICIONAL

Para alcanzar el conocimiento cabal de toda la técnica utilizada en el siglo XIX, quedan muchas cuestiones pendientes, muchas preguntas en el aire. Comenzando por el soporte: ¿se daba a los lienzos en ese período una mano previa de cola? ¿Cuáles eran las materias de carga y los aglutinantes de las imprimaciones? ¿Cómo han variado éstas con el paso del tiempo? ¿Se ha observado este aspecto concreto del envejecimiento y alteración natural derivada del mismo y sus repercusiones hacia las capas de color por una parte y hacia el soporte por otra?.

En la mencionada obra "Técnicas de los impresionistas", de

A. CALTEN) se dice, refiriéndose al término "base" (imprimación):

"La capa o capas que se aplican al soporte como preparación para recibir la pintura para pintar al óleo sobre tela, suele aplicarse una capa de cola, seguida por una, dos y, a veces, tres capas de pintura opaca y de base aceitosa. Las bases absorbentes, hechas con yeso y cola, empleadas tradicionalmente para pintar al temple, volvieron a popularizarse en el siglo XIX. A los neo impresionistas, concretamente, les gustaban mucho. En el siglo XIX la mayoría de los artistas empleaban lienzos comerciales ya imprimados. El término imprimación se refiere tanto a la base como a la aplicación de la misma". (Sic. pág. 186)

Las bases absorbentes aparecieron de nuevo en el XIX y fueron muy apetecidas por los neo-impresionistas, como se hace constar en la cita indicada más arriba, pues absorben mejor el aceite de los colores al óleo dando como resultado una pintura más seca y reflejando la luz más de acuerdo con sus intereses estéticos.

De SEURAT se dice que los lienzos pintados a principios de la década de los 80, tapan con pintura opaca casi toda la base blanca pero sin apagar la brillantez que ésta daba al acabado final. También usaba bases grises especialmente.

Los fauves utilizaban imprimaciones blancas y brillantes y apreciaban también la textura granulosa de las imprimaciones.

Con la esperanza de encontrar referencias que incluyan terminología y metodología propias del estudio de fibras textiles y materiales de imprimación, se han revisado varias obras que tratan sobre pintura del siglo XIX, pero el tipo de datos

que en ellas se ofrecen tiene como característica la aceptación de la terminología tradicional con lo cual el estudio y descripción de obras de pintura no se vió empujado a su renovación a pesar de haber entrado en la era de la industrialización y de los avances tecnológicos.

A continuación se exponen una serie de datos técnicos de pintores del siglo XIX que ilustran todo lo que se viene apuntando hasta ahora, referidos siempre a los aspectos TELA e IMPRIMACION.

- De COURBET: "A menudo utilizaba lienzos ya preparados imprimados en blanco o en colores claros. Por ejemplo en 'Paisaje de Palaras', 1.854, empleó una base comercial blanca cubriéndola de rojo opaco. En otras obras como 'Roble de Flegey', 1.864, cubrió una base blanca con pintura marrón transparente. En 'El refugio de los ciervos', pintado sobre una pintura anterior, la base no es identificable". Aplicando la técnica radiográfica parece deducirse que se empleó una base de blanco de plomo dada la impermeabilidad a la radiación. Es un óleo sobre lienzo ya usado en 1.866.
- De DEGAS: Aparece como única referencia una fotografía a tamaño real de un detalle en el que se aprecia el entramado de la tela no recubierta por la capa de color. El tejido es de entramado 1 x 1 tafetán y se refiere a un óleo sobre lienzo con imprimación blanca de 1.859-60.

- De MILLET: Oleo sobre lienzo con imprimación rosa-lila (1.864-74). Este color fué pedido por él mismo a su mecenas Alfred Sensier: lila oscuro y ocre amarillo.
- De CEZANNE: Un óleo sobre lienzo con imprimación clara, 1.873.
- De SISLEY; Oleo sobre lienzo con imprimación crema de textura granulosa, mate y absorbente.
- De MANET: Oleo sobre lienzo con imprimación blanca.
- De PISSARRO: frece información sobre dos cuadros:
 - a) Fechado en 1.867. Oleo sobre lienzo ya usado, de trama "cruzada horizontal".
 - b) Fechado en 1.877-79. Oleo sobre lienzo "cruzado" cuya trama es de "textura diagonal".

Las telas son calificadas de "poco corrientes para jugar con los efectos de las texturas". De las imprimaciones solo se dice que son "comercial de una sola capa".

- De MONET: Los dos cuadros a que se hace referecnia son de 1.869 y 1.877. ls alusiones a la base son para ambos que están pintados con la técnica del "oleo sobre lienzo con imprimación clara".
 - De RENOIR: Uno de los cuadros es de 1.867 y otro de 1.874.
- De las telas se dice:

- a) Oleo sobre lienzo.
- b) Oleo sobre lienzo de trama fina.

De la imprimación:

- a) Que es clara, sin añadir nada más.
- b) Comercial espesa, de color crema.

Sobre la técnica de RENOIR, en la obra de MAX DOERNER

"Los materiales de pintura y su empleo en el arte", se pueden encontrar ciertas precisiones que ilustran un poco mejor la cuestión que nos ocupa.

En la descripción que el pintor BRUME hace de la técnica de RENOIR, dice se vio en la necesidad de procurarle el mismo

"... un simple lienzo aceitado, de grano medio ..."

Y más adelante

"... Otro inconveniente que se da para la conservación de sus cuadros es también el empleo de fondos oleaginosos y aceite de linaza".

La referencia alude al cuadro "El matrimonio de Sisley", en el que los daños que presentaba parecen ser debidos al exceso del aceite de linaza empleado, tanto en la preparación como en el color.

- De Guillermo LEIML (1.844-1.900).

"Pintaba sobre telas y lienzos que le suministraba casi exclusivamente Adrian Brugger. Imprimaba con aceite sobrepintando luego el fondo

blanco con algo de ocre y negro de huesos con lo que reducía el tono del blanco puro; nunca trabajó con fondos de creta. El lienzo era de lino inglés (el subrayado es mío), imprimado en gris cálido. Prefería un largo período de secado".

- De Arnold BOCKLIN (1.827-1.901).

"Bocklin trabajaba en sus comienzos, frecuentemente, haciendo la preparación con tierra verde del VERONÉS, aplicaba la intensificación en blanco y seguía con la imprimación en color local. Así he visto 'La Venus del amor terrenal y celeste' de TIZIANO en entonado verde sobre imprimación blanca, colocada en un paisaje, siguiendo la técnica de CENINI".

Seguidamente y de forma más esquemática, se incluyen datos abundando sobre el mismo tema con la particularidad, respecto a lo expuesto anteriormente sobre pintores impresionistas, de que lo poco que se dice, adquiere un leve tinte de precisión científica, por llamarlo de alguna manera, que nos acerque un poco más al fondo de la cuestión. He aquí los datos.

DATOS TECNICOS DE PINTURA DEL SIGLO XIX RESPECTO AL SOPORTE Y SU IMPRIMACION

IMPRESIONISTAS

AUTOR	TITULO	TELA	IMPRIMACION
Dominique Ingres (1.780-1.867)	"EDIPO Y LA ESFINGE", 1.828 (17'8 x 13'7 cm.)	Lienzo de trama irregular. Peso mediano	Imprimada con una fina base roja.
Eugene Delacroix (1.798-1.863)	"TOMA DE CONSTANTINOPLA POR LOS CRUZADOS", 1.840 (410 x 498 cm)	--	Base absorbente de cola de conejo.
William Turner (1.775-1.851)	"TORMENTA DE NIEVE", 1.842 (91'5 x 122 cm.)	Lienzo normal de lino 1 x 1	Base oleosa blanca espe- sa.
Jean Miller (1.814-1.875)	"CAMINO DEL TRABAJO", 1.851 (55'5 x 46 cm.)	Lienzo comercial	Imprimación comercial y aplicación de base fina blanca.
William Holman Hunt (1.827-1910)	"EL DESPERTAR DE LA CONCIENCIA" 1.853 (76'2 x 55'8 cm.)	Lino fino 1 x 1	Base oleosa fina y blan- ca. Comercial.
Gustave Courbet (1.819-1.877)	"EL ENCUENTRO" o "BUENOS DIAS SR. COURBET", 1.854 (129 x 149 cm.)	Lienzo 1 x 1	Imprimado con base fina y blanca que deja ver la textura.
Edouard Manet (1.823-1.883)	"LA MERIENDA CAMPESTRE", 1.863 (208 x 264'5 cm.)	Lienzo. Tejido en diagonal (se entrevé bajo el color)	Base clara, probablemen- te blanco cremoso.
Claude Monet (1.840-1.926)	"OTOÑO EN ARGENTEUILL", 1.872 (56 x 75 cm.)	Lienzo de trama fina	Base clara que deja ver la textura.
Pierre August Renoir (1841-1919)	"TORSO DE MUJER AL SOL", 1.875 (81 x 64'8 cm.)	Lienzo de trama fina	Comercial con base clara de color gris.
Georges Seurat (1.859-1.891)	"BAÑISTAS EN ASNIERES", 1.883-84 (201 x 301'5 cm.)	Lienzo fuerte 1 x 1	Base fina blanca
Vincent Van Gogh (1.853-1.890)	"SILLA CON PIPA", 1.889 (92 x 73 cm.)	Tela de espaldera 1 x 1 de color marrón anaranjado.	Carece
Edward Munch (1.863-1.944)	"CELOS", 1.895 (67 x 100 cm.)	Lienzo de grano fino 1 x 1	Encolado para dar un to- no caliente en general.
Paul Gauguin (1.848-1.903)	"NOCHE DE NAVIDAD" o "LA BENDI- CION DE LOS BUEYES", Hacia 1.896	Tela fuerte. Entramado en espiga.	--

La obra del siglo XIX presenta dificultades de restauración derivadas de las características intrínsecas de los cuadros considerados estrictamente bajo el prisma de su materialidad sometida a un proceso normal de degradación.

De todos es conocida la incidencia negativa de la industrialización en la calidad de los materiales que conforman los cuadros a partir del siglo XIX pues, si bien por una parte facilitó grandemente al artista la práctica de su actividad creadora poniendo a su alcance con comodidad materiales que, tradicionalmente, exigían una elaboración larga y minuciosa, también es cierto que la calidad de los mismos se resintió porque el proceso industrial no se detiene en minuciosidades o detalles que los artífices de épocas anteriores cuidaban con esmero basando su actuación en la filosofía de la bondad integral de la obra.

No solo la industrialización sino otras consideraciones de carácter puramente estético fruto de una época de cambios, de avances tecnológicos y de renovaciones de toda índole, propiciaron el nacimiento de una nueva concepción artística.

¿Qué consecuencias ha tenido este largo proceso?. El mayor número de cuadros del XIX que he tenido la oportunidad de contemplar directamente reunidos en un solo lugar con visión crítica respecto a su vertiente técnica y a su conservación, son los que integran la sección del siglo XIX del Museo del Prado. En opinión de su director D. Joaquín DE LA PUENTE, puede considerarse que su conservación es, en términos generales,

ACEPTABLE siempre y cuando no se hayan dado circunstancias por las cuales las obras hayan sido maltratadas de alguna manera, siendo frecuente encontrar en ellos, como problemática general, los daños siguientes:

- Oxidación de los materiales (desde el soporte hasta el barniz).
- Acidez del tejido.
- Craquelados y grietas producidos fundamentalmente por acciones de tipo mecánico, como tracción por traslados.
- Desprendimiento de color: poco. Es un problema poco frecuente excepto en obras en las que se da una insistencia en el toque de pinceladas con acumulación de materia en cantidad excesiva pero en áreas reducidas y muy localizadas. Un ejemplo claro de esta circunstancia se observa en el cuadro "EL TESTAMENTO DE ISABEL LA CATOLICA", en donde son apreciados ciertos desprendimientos de la película pictórica debidos a este hecho. En otros casos, el desprendimiento puede tener su origen en la repercusión negativa de su soporte, poco adecuado a las características de la técnica pictórica empleada.

Una visión genérica de un cuadro del siglo XIX pintado sobre tela, atendiendo exclusivamente a los componentes básicos que soportan la película pictórica, sería como sigue:

TEJIDO. En general son finos y cerrados, de grano fino; en la segunda mitad del siglo se emplean telas de grano más grueso

al ser moda la pintura de tema histórico que exigía grandes formatos siendo la tela más fuerte la más adecuada para estos casos.

Los tejidos de los cuadros de este Museo no han sido sometidos a estudios científicos para analizar su naturaleza; ésta se ha precisado por el conocimiento experimental que sobre las telas-soporte se da en los profesionales del Arte y de su conservación y restauración. Así resulta que:

- a) Es habitual el empleo de soporte de lino no pudiéndose precisar si se emplea la fibra pura ó mezclada con otras ni, en el supuesto de que se produjera esta circunstancia, cuáles serían las otras fibras.
- b) No es normal el uso del algodón y casi se puede desecharse su presencia.

IMPRIMACIONES: Son normales las denominadas "al temple". Es dudosa la presencia de la cola aislada. En las imprimaciones al óleo, el aceite se usa solo sin resinas, aunque es imprimación poco empleada por el trabajo que da. El material de carga es, generalmente, el blanco de España, más probable en los temples. A veces se encuentran imprimaciones ligeramente pardas o con un agrisado, pero esto se da en pocos cuadros.

En general, las reglas observadas en el siglo XIX respetaban principios tradicionales que no pueden ser dejados de lado por las consecuencias negativas que tienen sobre la conservación posterior de la obra:

- No son buenos los soportes grasos poco absorbentes: llegan a provocar la disociación de las capas de color y su posterior desprendimiento. El graso siempre va sobre magro.
- Las telas finas no son aptas para técnicas que emplean el empaste porque al producirse el secado, el color se craquelaa. En presencia de una pintura craquelada hay que tener en cuenta este hecho como causa posible de tal degradación.

Los únicos datos técnicos obtenidos en la Sección Siglo XIX del Museo del Prado de los cuadros expuestos en ella, todos pertenecientes a pintores españoles de esa época, han sido tomados de la obra "UN SIGLO DE ARTE ESPAÑOL. 1.856-1.956" (3) facilitada amablemente por su director D. Joaquín DE LA PUENTE, Jefe del Departamento del siglo XIX, autor de una parte de la misma que es la que hace referencia, precisamente, a la descripción material de los cuadros contenidos en la siguiente relación:

DATOS TECNICOS DE PINTURA DEL SIGLO XIX

MUSEO ESPAÑOL DEL SIGLO XIX

AUTOR	TITULO	TELA	IMPRIMACION				
		Grano	Color	Color	Comercial	Temple	De taller
J. Agrasot, Roma 1.866	"LAS DOS AMIGAS"	Fuerte	-	-	-	-	x
íd.	"DESNUDO"	Fino	Clara	x	x	-	-
Aureliano Beruete, 1.893	"VISTA GENERAL DE TOLEDO"	Fino	Blanca	x	x	-	-
íd. 1.895	"VEGA DEL TAJO EN TOLEDO"	Fino	Blanca	x	x	-	-
íd.	"CEMENTERIO ANTIGUO DE TOLEDO"	Fino	Blanca	x	x	-	-
íd. 1.883.....	"TOLEDO"	Fino	No imprimado			-	-
José Casado del Alisal, 1.864 ..	"LA RENDICION DE BAILEN"	Fuerte	Reentelado |				
íd. 1.864 ..	"RETRATO DE D. PRAXEDES M. SAGASTA" ..	Fino	Blanca |	x |	x	-	-
Valeriano Domínguez Bécquer, 1.855	"RETRATO DE FAMILIA"	?	Gris oscura - - Reentelado				
íd. 1.859	"LA VENDEDORA"	Fino	Fué blanca al óleo				
íd.	"MUJER DE LA PROVINCIA DE AVILA"	Fino	-	-	-	-	x
Antonio M ^a de Esquivel, 1.841 ..	"RETRATO DE D. BALDOMERO ESPARTERO, DUQUE DE LA VICTORIA"	Fino	-	-	-	-	x
Francisco Gimeno	"JARDIN"	Fino					
íd.	"EL VEDADO"	-	-	-	-	-	Probable

DATOS TECNICOS DE PINTURA DEL SIGLO XIX

MUSEO ESPAÑOL DEL SIGLO XIX

(continuación)

AUTOR	TITULO	TELA	IMPRIMACION				
		Grano	Color	Color	Comercial	Temple	De taller
Carlos de Haes, 1.859	"PAISAJE A ORILLAS DE UN RIO"	Fuerte	Blanca	x	-	-	-
íd. 1.871	"PAISAJE"	-	Blanca	x	-	-	-
íd.	"ORILLAS DEL MANZANARES"	Fino	Blanca	x	-	-	-
Federico de Madrazo, 1.847	"RETRATO DE D ^a LEOCADIA ZAMORA"	Fuerte	Oscura	x	-	-	x
íd. 1.850	"RETRATO DEL REY D. FRANCISCO DE ASIS"	Fino	Blanca	x	-	-	-
íd. 1.871	"MANUEL PEREZ DE SEOANE Y ROCA DE T."	Fino	Blanca	x	x	-	-
Ramón Martí y Alsina, 1.858	"PAISAJE"	Fino	Blanca	x	x	-	-
íd.	"BODEGON DE CAZA"	Fino	-	-	-	-	-
íd. 1.869 ...	"RETRATO DE D. NARCISO PEÑALVER Y CAR- DENAS, CONDE DE PEÑALVER"	Fino	-	-	-	-	x
Eduardo Rosales, 1.864	"EL TESTAMENTO DE ISABEL LA CATOLICA".	Grueso	(Reentelado)				
íd. 1.869	"RETRATO DE JOVEN"	Fino	Oscura	x	?	-	?
íd. 1.872	"RETRATO DE D. MANUEL CORTINA"	Fino	Blanca	x	-	-	-
Casimiro Sáinz y Sáinz	"EL NACIMIENTO DEL EBRO"	Fino	Blanca	x	-	-	-
íd. 1.853	"LA POSADA DE LA SANGRE"	Fino	Blanca	x	-	-	-

Con todo lo expuesto hasta aquí puede hacerse un resumen que haga evidente el tipo de información que suele obtenerse de las publicaciones de la que podríamos denominar como "literatura artística", incluso de obras que tratan del aspecto técnico de estilos y pintores.

Datos sobre el tejido:

En lo que hace referencia a la naturaleza de las telas, tipo de fibra textil, entramado y densidad del tejido, apenas nada. Unicamente se encuentran expresiones tales como "óleo sobre lienzo", lienzo de "trama cruzada horizontal", "lienzo barato", "lienzo cruzado", "lienzo corriente y barato", "arpillera", "lienzos de trama gruesa", "trama fina y de textura relativamente lisa".

Como mucho, podemos encontrar autores que nos ofrezcan algún pequeño detalle sobre las telas aclaratorio de su naturaleza:

- El lienzo es una tela gruesa, generalmente de lino o algodón, pero algunas veces "cáñamo" (Anthea CALLEN en "Técnicas de los impresionistas").
- "La mayoría de los artistas del siglo XIX usaban lienzos comerciales" (Id.)
- "Las telas podían ser de lino, algodón o cáñamo. Las tramas más corrientes eran la DIAGONAL, la RECTA, pero también ha-

bía otras menos comunes como la de ESPINA DE PESCADO" (Id. Las mayúsculas son mías).

De lo cual se desprende que los términos más usuales para expresar cómo son las telas que sirven de base al color son:

- | | | |
|----------------|-----------------|------------------|
| - Grano fino | - Trama fina | - Normal de lino |
| - Grano fuerte | - Lienzo fuerte | - Arpillera |
| - Granulosa | - Lienzo | - Lienzo inglés |

De los entramados, el detalle que se nos ofrece comúnmente es:

- | | |
|------------|----------------------|
| - 1 x 1 | - Irregular |
| - Diagonal | - Cruzada horizontal |
| - Espiga | |

Puede deducirse a través de fotografías tomadas de detalles concretos de alguna pintura, que las tramas habituales eran 1x1 tafetán, más o menos abiertas, o de entramado en diagonal.

De ahí a encontrar datos exactos acerca de la naturaleza de las fibras textiles, hay mucha diferencia.

Datos sobre la imprimación:

Con las imprimaciones la suerte es más favorable porque ya se pueden encontrar términos y expresiones que nos acercan con más certeza a la naturaleza de los materiales empleados en su elaboración; tal vez se deba esto a que es el estrato en contacto íntimo con las capas de color y a que, desde antiguo, se ha reconocido la importancia que está revestida por las repercusiones que tiene ya que puede favorecer o malograr el resultado final de una composición pictórica.

He aquí la relación de la terminología o nomenclatura habitual sobre la imprimación encontrada en las publicaciones revisadas:

- El término "de taller" muy poco: en cinco obras.
- "Comercial", sin más añadidos.
- "Yuxtaposiciones de imprimación comercial más otra del autor o del marchante".
- Sólo una vez se cita expresamente el número de capas.
- El término "encolado" sólo se menciona una vez.
- "Fondos oleaginosos". "Aceite de linaza".
- "Fondos de media creta o creta": sólo se cita una vez.
- "Cualidad absorbente": sólo aparece una vez y es un dato interesante.
- Fondos blancos, gris cálido, blanco más ocre y negro de huesos, tierra de Verde Veronés, color local (?), claro, oscuro.
- El término "base" aplicado al color o al espesor de la imprimación.
- Una sólo mención alusiva a la aplicación de una técnica actual de investigación: la radiografía.

Para profundizar en el tema habría que ir a buscar estudios completos (si es que se han hecho y publicado), a los laboratorios de restauración de grandes centros museísticos o de investigación de la problemática de la conservación del Patrimonio Artístico, pues es evidente que en las publicaciones destinadas al gran público, más o menos entendido, aunque fuese especiali-

zado como es el caso de artistas e historiadores del arte, no se reflejan, quizá por considerarlo poco atrayente. No obstante la escasa atención que se les ha concedido no hace que pierdan ni un ápice de importancia.

Desde el comienzo de este capítulo en el que se ha visto la irrupción novedosa que supone en la historia de la pintura la introducción de los avances técnicos propiciados por el desarrollo industrial del siglo XIX, hasta el punto a que hemos llegado en la exposición del tema, se ha constatado la ausencia de datos científicos — tal como hoy los entendemos — acerca de los materiales básicos del cuadro a pesar de la importancia que tiene en la vida de la obra.

¿Cómo afrontar el estudio sistemático y en profundidad del material textil?. Es indudable que el conocimiento exhaustivo de todos los materiales que conforman una obra de arte es la vía ideal para enriquecer el nivel de comprensión de las técnicas pictóricas de cualquier época y, como consecuencia, mejor entender las causas que contribuyen a su degradación; ello hará posible la adopción de los tratamientos más adecuados para propiciar una buena conservación ya que el conocimiento físico-químico de la materia es garantía de que la actuación conservadora sobre la obra de arte será la adecuada.

Veamos, pues, cómo se plantea hoy día el estudio científico del material textil para, a continuación, pasar a exponer un planteamiento general de la metodología aplicada en exámenes de tejidos históricos, aplicar la investigación a unas muestras de

telas de pintores del siglo XIX con el fin de enriquecer el caudal de datos que ha sido normal extraer de los mismos, como se ha visto en 3.2.

No hay que perder de vista el hecho de que las novedades iniciadas en este siglo XIX han sido la base o el punto de partida para todos los cambios y libertades ocurridos en la historia de la pintura del siglo XX. El Arte Contemporáneo ha bebido en las fuentes de la revolución artística del XIX y no solo en cuanto al aspecto conceptual.

La aceptación de los avances tecnológicos por parte de los artistas de ese siglo, sientan las bases para el nacimiento de las corrientes liberadoras posteriores y la absoluta libertad alcanzada por los artistas actuales no se comprendería sin haber pasado por un proceso de progresiva investigación artística y material iniciada en la mitad del siglo pasado.

Así pues, siguiendo la línea de pensamiento expuesta, veamos qué datos se pueden obtener aplicando a muestras de las telas de cuadros del siglo XIX, tomadas directamente de cuadros de varios pintores. No será posible realizar sobre ellas todos los tests deseables dada la circunstancia de su reducido tamaño que lo impide pero, dentro de lo posible, se va a intentar superar la extracción de datos de las mismas acercándolo a las exigencias actuales, el conocimiento de la naturaleza de los materiales que integran el soporte textil de los cuadros a los que se alude.

- Este mismo método de trabajo se aplicará a muestras de telas actuales al que se añadirán pruebas que a los del XIX no se pueden aplicar por la razón antedicha. Con todo ello se intenta profundizar en el conocimiento del material textil, base de un cuadro.

3.4. EL ESTUDIO CIENTIFICO DEL TEXTIL

En este momento de la cuestión llega la hora de afrontar el estudio del centro neurálgico de la temática sobre la que gira este trabajo: conocer y estudiar científicamente el soporte textil del cuadro.

La mayoría de las obras pintadas sobre un soporte textil, emplean como tal telas de lino, seda (más propia del Extremo Oriente), alguna vez algodón, cáñamo. Ocurre frecuentemente, sobre todo en la época anterior al siglo XVI, como ya ha quedado expuesto anteriormente, que una pintura sobre un panel de madera incluye tela en la preparación. Con motivo de realizarse una restauración es útil conocer e identificar la naturaleza de las fibras textiles presentes en la obra, ya que no conviene perder de vista el hecho de que, antes de aplicar un tratamiento específico, hay que conocer la identidad de cada uno de los materiales empleados en la ejecución de la obra a tratar. En el caso de tomas hechas sobre una pintura, lo más frecuente es que las muestras de que se puede disponer sean del orden de algunos milímetros, lo cual obliga a emplear métodos de análisis espe-

cíficos. La determinación de las fibras es relativamente simple pues todas sus características se hallan expuestas en obras especializadas, aunque más adelante se tratará de este aspecto.

Ahora, antes de exponer el método de trabajo con los análisis y pruebas pertinentes para identificar el elemento textil, veamos brevemente cómo suele afrontarse la investigación sobre textiles.

3.4.1. Tipología de los exámenes habituales sobre tejidos

La información científica que tiene por tema de su investigación la TELA en tanto que el TEJIDO, no es abundante y la bibliografía es más bien escasa — si la comparamos en cuanto a su volumen — con la que hace referencia a cualquier tema relacionado con las técnicas pictóricas, los estilos artísticos u otras manifestaciones artísticas.

La pintura como expresión estética ha sido y es muy investigada, minuciosamente analizada por expertos. Mientras que la madera como soporte de obras de arte (tablas, escultura) sí ha sido muy estudiada — probablemente a causa de su casi total preponderancia — catalogada, sometida a pruebas variadas para definirla mejor, no ha corrido la misma suerte la tela como soporte. Sencillamente, ha sido admitida como tal.

La investigación sobre los tejidos, la sistematización de los exámenes y pruebas realizadas sobre ellos, es una actividad

relativamente reciente o, por lo menos, no tiene tanta tradición como la que respecta a los demás componentes de un cuadro. Esto no presupone una ignorancia de las características de este material ya que sus cualidades de higroscopicidad, movimientos alternativos de dilatación y encogimiento, flexibilidad, poco peso, fácil movilidad, menor resistencia a acciones mecánicas, etc., son perfectamente conocidas por los artistas de épocas actuales y pasadas.

Los modernos laboratorios de investigación centrados en la problemática de la conservación del Patrimonio Artístico han potenciado los estudios sobre los textiles, fundamentalmente los antiguos, al ser numerosos los objetos artísticos depositados en Museos pertenecientes al área textil, tanto vestimentas de épocas diversas, como objetos de uso corriente confeccionados con este material. Los problemas que ha planteado su estudio y conservación puede decirse que han sido los motores de una investigación sobre ellos.

Abierto el camino, se han realizado estudios sobre los soportes textiles de numerosos cuadros de todas las épocas desde que se generalizó el uso de la tela como tal. La mayoría de las obras pintadas sobre un soporte textil, emplean telas a base de lino, seda, cáñamo y, alguna vez, algodón.

Los exámenes a realizar sobre un tejido comienzan por la aplicación de una observación ocular utilizando una simple lupa para favorecer la constatación de los datos obtenidos. Así se puede precisar:

- 1º El número de hilos/cm2.
- 2º Sentido de torsión de los hilos (S o Z).
- 3º Tipo de entramado (tafetán, sarga, etc.)
- 4º Presencia o no de orillo.
- 5º Tejidos específicos.

Con estos primeros datos se enuncia el tipo de tela: si es de trama abierta o apretada, de hilos gruesos o finos; si el entramado fuese liso o con dibujo, nos hablaría de telas utilizables en cuadros grandes o reducidos. Asimismo, el tipo de entramado puede dar indicios de la utilización geográfica de ciertas telas o talleres de hilado o telares. De tal forma podemos hablar de las telas venecianas frecuentemente adamasgadas, tejidas en "espiga"; Rembrandt, que utilizaba telas simples excepcionalmente tejidas en "espina de pescado", etc.

Este tipo de datos es muy útil en cuanto a la realización de estudios históricos relacionados con tejidos, sean cuales fueren las aplicaciones de los mismos. Y es, probablemente, por aquí por donde ha dado comienzo el estudio profundo de los textiles.

Un segundo paso para avanzar en el conocimiento de los tejidos es averiguar la naturaleza de las fibras textiles.

Centrando el tema en el uso de telas como soporte de pintura, encontramos que las fibras más corrientemente empleadas son las de origen animal en Oriente (pinturas orientales ejecutadas en seda) y, en la cultura occidental, las de origen vegetal: lino, cáñamo, yute y algodón.

Existen numerosos Boletines y revistas especializadas en temas de conservación y restauración que en sus publicaciones incluyen estudios realizados sobre telas-soporte y tapices siempre referidos a los de épocas pasadas. Como ejemplos, se podrían citar unos cuantos que nos indican la tónica general imperante en la sistematización del estudio de los textiles:

1. Tomado del Boletín de I.R.P.A. 1978-79, en su pág. 5:
"Examen et traitement de'une détrempe sur toile attribué a Thierry Bouts. La crucifixion de Bruselles". (4)

Dice refiriéndose al soporte:

"La tela original ha sido forrada dos veces: el forrado ha sido efectuado con cola. Las dos telas de forrado son idénticas la una a la otra: están hechas con hilo de lino en torsión Z y tejido en sarga y el número de hilos/cm. es de 11-12 para urdimbre y trama.

Los dos trozos han sido cortados de una misma pieza de tela hecha de fibra de lino hilado en torsión Z y tejido en sarga. La tela tiene una media de 16 (-1 + 3) hilos verticales y 22'3 (-2 + 3) hilos horizontales/cm. Las piezas no ofrecen orillo salvo a lo largo de la costura".

2. En el Boletín del Museo del Prado, acerca de la restauración del cuadro "Las Hilanderas" de Velázquez, en el epígrafe dedicado al soporte caben destacar los datos concretos referidos a la investigación sobre su naturaleza: (5)

"La tela original no es accesible desde ningún punto, a causa del recrecido que presenta en todo su perímetro. Por tanto las mediciones de la densidad de la misma han sido llevadas a cabo a través del documento radiográfico".

"... La diferencia de densidades de los hilos/pasadas entre la tela original y la de las bandas (6), es evidente. La tela añadida es, por tanto, mucho más abierta de trama. La de la forración que se le aplicó, aumenta considerablemente la cantidad de hilos y pasadas por cm., siendo más cerrada, aún, de trama que la original".

"Todos los lienzos estudiados son de color crudo con una torsión en Z y un curso de ligamentos de dos hilos de pasadas. Las telas añadidas son de telar manual, mientras que las de forración es de telar mecánico".

El lino es la fibra presente en todas las telas: original, bandas y de forración, presentes hoy día en el cuadro. (La documentación técnica ha sido realizada por M^a Carmen Garrido, Inmaculada Echevarría y M^a del Mar Borobía).

3. En el Boletín del I.R.P.A., 1.976-77, págs. 147-149, se expone un estudio realizado sobre la tapicería de los Países Bajos Meridionales de los siglos XVI y XVII en el que se sistematiza el estudio de la textura de esos tejidos, concretamente referido a diecinueve tapices, de los cuales ocho son del siglo XVI y once del siglo XVII, realizados en lana y seda. La estructuración de los datos viene expresada como sigue:

a)

OBJETO	Fecha	Nº cat.	COLORANTES Y MORDIENTES (varios colores)

b)

H I L A D O					
Cadenas		Tramas en lana		Tramas en seda	
Nº muestra	Nº hilos simples/cadenas	Nº muestras	Nº hilos simples/trama	Nº muestras	Nº hilos simples/trama

c)

T E X T U R A				
Nº de recuentos	Nº cadenas/5cm.			Nº de cadenas al cm.
	mín.	máx.	med.	

(7)

4. Otros datos sobre el mismo aspecto del estudio obtenidos de tapicerías de la misma procedencia que las del ejemplo número 3, (pág. 458 pero correspondientes a obras del siglo XV y XVI, abundan sobre el mismo esquema. Publicados en el Boletín del I.R.P.A. XIV de 1.973-74, en las págs. 195-198:
- (8)

"Fibras e hilados"

El examen microscópico de 32 muestras de hilos de urdimbre procedentes de siete tapicerías y de 108 muestras de hilos de trama de ocho tapicerías, se puede resumir como sigue:

- Las urdimbres son de lana no teñida, salvo para la tapicería nº 12 en la que son de algodón sin teñir; las urdimbres de lana se componen de hilos triples y las de algodón de hilos cuádruples; los hilos simples siempre tienen torsión Z y los mezclados torsión S.

- La mayor parte de tramas de lana (80 muestras) son de hilos dobles; nueve muestras provienen de tres tapicerías y son de hilos triples; los hilos simples siempre tienen torsión Z y los múltiples torsión S; dos muestras de la tapicería nº 1 son de hilos simples hilados en Z. Las otras doce muestras de trama de lino de esta tapicería son de hilos dobles pero aquí los hilos simples con torsión Z, no parecen estar retorcidos".

Continúa dando una serie de datos similares a los expuestos con los que queda patente la sistematización del primer análisis de la morfología de los hilos. Todas sus observaciones aparecen sintetizadas en un cuadro que sigue el mismo esquema que el anterior incluyendo algunas variantes:

a)

OBRA (Título y medidas)	FECHA Taller de ejecución	Nº cat.	COLORANTES

b)

CARACTERISTICAS DEL HILADO					
URDIMBRES		TRAMAS DE LANA		TRAMAS DE SEDA	
Nº muestras	Nº hilos simples/urdimbre	Nº muestras	Nº de hilos simples por trama	Id.	Id.

c)

TEXTURA				
Nº de recuentos	Nº urdimbres/5cm.			Nº de urdimbres/1 cm.
	mín.	máx.	med.	

5. En 1560 se pasa orden a Francis FLORIS para realizar un cuadro destinado al altar mayor de la catedral de Nôtre-Dame de Anvers. El documento estipula que el cuadro ha de ser pintado en CUTI.

MARIJNISSEN, R.H., en "Tableaux. Authentiques. Maquillés. Faux...." añade que se han realizado estudios concretos sobre un cutí del siglo XVI al estudiar "La última Cena" de Maerten DE VOS (1532-1603). Asimismo también nos indica que TINTORETTO y VERONESE, que eran contemporáneos de Francis Floris, han pintado cuadros sobre cutí.

La tela indicada atribuida a MAERTEN DE VOS presenta orillos y su anchura es de 146'5 cm. lo que corresponde a dos varas aproximadamente. Se ignora en qué momento dió comienzo la unión de anchuras para obtener una superficie mayor. En Italia se comenzó en el primer cuarto del siglo XVI, como lo demuestra la copia según "La Última Cena" de Leonardo DE VINCI (Abadía de Tongerflo) que está compuesta de cinco anchuras de 96-97 cm.

6. De los estudios técnicos sobre tapicerías de los Países Bajos de los siglos XVI y XVII realizados en el I.R.P.A., en el Boletín nº XVI, 1976-1977, en las págs. 148 a 151, René LEFEVE y Jozef VYNCKIER, autores de los mismos, nos ofrecen los siguientes datos de la estructura textil:

S I G L O X V I

SUJET ET LIEU DE CONSERVATION	DATE	N° CAT.	F I L A T U R E						T E X T U R E				
			Chaines		Trames en laine		Trames en soie		Nombre de compta- ges	Nombre de chaines par 5 cm.			Nombre de chaines au cm.
			Nombre d'échan- tillons	Nombre de fils simples par chaîne	Nombre d'échan- tillons	Nombre de fils simples par tra- me	Nombre d'échan- tillons	Nombre de fils simples par tra- me		min.	max.	moy.	
Tapisserie de fenêtre- Michel d Bos (München, Bayerisches Nationalmuseum)	1555-1579	19			7	2			6	24	27	26,25	5 1/4
"Le Banquet de Baltha- zar" Joost van Herzee- le (Azay-le-Rideau)	1585	20	1	3	4 1	2 5	2	2	13	24	28	26	5 1/4
"Daniel et Nabuchodo- nosor" Joost van Herzeele (Azay-le-Rideau)	1585	21			6	2	1	2	12	24	29	26,75	5 1/4
"Esther et Asuers" (Oxford. St. John's College)-Rideau	vers 1560	23							9	41	46	43,75	8 3/4
"La Chasse au renard"	vers 1600	24	6	3	6	2	1	2	7	26	30	28,5	5 3/4
"La Chasse à l'auroch" (Stuttgart. Württem- bergisches Landes- museum)		25	1	3	6	2	2	2	10	26	32	28,5	5 3/4
"Tapisserie héraldique" (Bruxelles, coll. R. Courtroy)	fin XVI	26	9	3	10	2	1 *	2 *	6	28	30	28,75	5 3/4

* Torsion inversée: fils simples filés en torsion S et assemblés en torsion Z.

SUJET ET LIEU DE CONSERVATION	DATE	N° CAT.	F I L A T U R E						T E X T U R E				
			Chaines		Trames en laine		Trames en soie		Nombre de compta- ges	Nombre de chaines par 5 cm.			Nombre de chaines au cm.
			Nombre d'échan- tillons	Nombre de fils simples par chaîne	Nombre d'échan- tillons	Nombre de fils simples par tra- me	Nombre d'échan- tillons	Nombre de fils simples par tra- me		min.	max.	moy.	
"Enée rencontre Vénus" Michiel Wauters (Stockholm, Coll. ro- yales)	3 ^e 1/4 XVII ^e	27			8 1	2 3	2	2	14	36	42	38,5	7 3/4
"Grotesques avec Hadès" Michiel Wauters (Copenhague, Coll. ro- yales)		31			4 1	2 3	1 4 **	2 2 x 2 **	13	40	53	46,25	9 1/4
"Arcus et l'ourse Cal- listo" Michiel Wauters (Nimègue, hôtel de ville)		32			3	2	1 1 *	2 * 3 *	12	30	36	32,25	6 1/2
"L'Astronomie" Michiel ou Maria Wau- ters		33	3	4	6	2			13	28	34	31,5	6 1/4
"L'Arithmétique" Michiel ou Maria Wau- ters (Hemiksem, coll. pri- vée)		34			6	2			12	29	36	32,55	6 1/2
"La Traversée de la mer Rouge" Michiel Wauters (Bruxelles, coll. R. Courtroy)	3 ^e 1/4 XVII ^e	39			1	3	4 **	2 x 2 **	12	32	36	34,5	7
"La Fuite de Zénobie et de Zabdas" Filip Wauters (Stockholm, coll. Pr. Schubert)	vers 1670	40			7 1	2 4	3	2	12	30	36	33	6 1/2
"Le Combat des Romains contre les Germains" Filip Wauters (Vienne, Kunsthisto- risches Museum)		41			7	2	1	2	16	29	36	33	6 1/2
"L'Ambassadeur de Jefa chez le roi des Am- monites" Jan van der Gotten et Pieter Kolvenaer (Stockholm, coll. ro- yales)	3 ^e 1/4 XVII ^e	49	5	3	8	2	1	2	8	32	36	34	6 3/4
"L'Bataille entre les Israélites et les Am- monites" Jan van der Gotten et Pieter Kolvenaer (Stockholm, coll. ro- yales)		50			5 1 1	2 3 4	1	2	10	32	38	34	6 3/4
"Le Mariage de Soliman" Andries van Butsel(?) (Vienne, Kunsthisto- risches Museum)	vers 1670	51		3	10	2	2	2	16	30	37	33	6 1/2

* Torsion inversée: fils simples filés en torsion S et assemblés en torsion Z.

** Trame composée de deux fils simples filés en torsion Z et assemblés en torsion S, pris double.

- De los datos expuestos destacan los autores que las tapicerías del siglo XVI, en general, son de una textura media: seis de las muestras cuentan 5-6 cadenas/cm., mientras que sólo una (la nº 23) varía en su densidad con 8-9 hilos/cm. lo que constituye un caso destacado. Las tapicerías del siglo XVII tienen una densidad de 6-7 hilos/cm. para nueve de las muestras examinadas (11). Difieren las muestras nº 27 y 31 con 7-8'5 y 8-10'5 hilos/cm. lo que demuestra que la textura de las tapicerías del siglo XVII puede considerarse como "fina" y en muchos casos "más fina".

- Los ejemplos expuestos aquí hacen evidente el tipo de información que puede obtenerse de un textil perteneciente a una manufactura. Estas producciones — indudablemente artísticas — han atravesado diversas circunstancias que han ido dejando en ellas su huella lo que significa que el resultado del estudio que se realice sobre estos materiales, probablemente reflejará la realidad de una tela envejecida y sometida a diversos niveles de degradación producida por agentes naturales o de otra índole.

Probablemente cualquier textil integrado en un objeto o siendo él mismo objeto útil, ofrecerá al estudioso resultados parecidos a los extraídos de los ejemplos expuestos aquí. Pero lo interesante de esta exposición, además de los resultados, es la sistematización del trabajo de investigación, el método de trabajo.

Sin embargo, otra cosa muy distinta es el estudio que pueda hacerse sobre textiles antes de que pasen a formar parte de una obra elaborada con sentido utilitario, decorativo o artístico, ya que pueden ser sometidos a diferentes tests de cuyos resultados se pueden llegar a conocer ciertas cualidades o características de los mismos que serán las que los hagan idóneos o rechazables para cumplir con el fin previsto para ellos. Esto se verá a partir del 3-4-3.

3.4.2. Las técnicas de investigación de obras de arte aplicadas a cinco muestras de soportes textiles de pintura del siglo XIX

Después de conocer el estado de la cuestión respecto al estudio de los soportes, vamos a ver qué resultados se obtienen de aplicar las modernas técnicas de laboratorio a unas muestras de telas procedentes de varios pintores del siglo XIX.

Las muestras han sido tomadas de los bordes del cuadro, de la parte de la tela que monta sobre el bastidor por lo que carecen de pintura pero tienen imprimación. Solamente consta en una de las muestras, por indicación expresa hecha en la ficha enviada por el remitente, que la preparación es propia del autor; de las demás no hay constancia de este hecho por lo que su origen permanece con la interrogante de que sea artesanal o comercial.

El objetivo perseguido con estos análisis es conocer la naturaleza exacta del material básico que el pintor empleó para

- sus cuadros. De las cinco muestras estudiadas, solamente de una, la número 5, se desconocen datos que hagan referencia al tema representado y a los problemas de conservación que motivaron su tratamiento. Todas ellas provienen de laboratorios de restauración por lo que se harán patentes las degradaciones que motivaron las intervenciones tendentes a su conservación.

¿Se podrá establecer una relación entre la naturaleza de los materiales que conforman las telas y los problemas existentes en los cuadros?. A priori no se puede afirmar tal cosa; haría falta, además, conocer cuáles han sido las circunstancias que han afectado a los cuadros en el transcurso del tiempo pues es indudable que habrán tenido su parte de influencia en la aparición de los daños que propiciaron su restauración.

Por lo menos se conseguirá desentrañar la naturaleza de los materiales textil y de imprimación. Unicamente cabría adelantar que, dada la época histórica de su ejecución, es muy probable que aparezcan grasas entre los elementos aglutinantes de las diversas imprimaciones.

- Las muestras objeto de estudio corresponden a cinco autores diferentes. Las tres primeras han sido proporcionadas por el Museo Nacional de Estocolmo y las otras dos, provienen de la Cátedra de Restauración de la Facultad de Bellas Artes de Madrid. Corresponden a los autores y obras siguientes:

MUESTRA Nº 1: KARL NORDSTRÖM

OBRA: "Retrato de la novia del artista". 1885

MUESTRA Nº 2: CAMILLE PISSARRO

OBRA: "Paysage de Pontoise". 1874

MUESTRA Nº 3: ANDERS ZORN

OBRA: "Baile en la fiesta de San Juan". 1897

MUESTRA Nº 4: VINCENT VENLOCT

OBRA: "Paisaje urbano". 1884

MUESTRA Nº 5: DARIO REGOYOS

OBRA: Se desconoce el título y la fecha

El nombre del autor de la nº 4, está tomado directamente de la firma del cuadro que fué restaurado por mí en el año 1.973, en la Facultad de Bellas Artes de Madrid. Realizada una consulta al Institute Royal du Patrimoine Artistique de Bélgica — lugar en donde fué adquirido por sus actuales propietarios — para averiguar datos sobre la personalidad del pintor y de la trayectoria de su obra, no aparece registrado tal nombre, a pesar de estar catalogados y estudiados todos los pintores de esa nacionalidad. Tampoco hay posibilidad de analizar con más detenimiento la firma a través de una macrofotografía, por ejemplo, pues la fotografía aquí expuesta no fué hecha por mí; desconozco si se hizo algún detalle ampliado de la firma y no hay posibilidad de contactar con los propietarios del cuadro.

De PISSARRO y REGOYOS, huelga exponer datos sobre ellos pues sus personalidades y obra son harto conocidas en nuestros ambientes culturales.

- Sin embargo, el conjunto de artistas nórdicos es menos conocido, salvo alguna personalidad muy destacada como sería el caso de Edward MUNCH. Por lo que respecta a los dos pintores aquí expuestos, Karl NORDSTRÖM y Anders ZORN, hay que señalar que ambos son suecos y forman parte de aquellos que viajaron a París huyendo del academicismo reinante en sus países encontrándose en Francia con el Impresionismo.

Como otros muchos artistas escandinavos, durante su estancia en París trabaron relación entre ellos bebiendo las nuevas ideas reinantes en la "Meca" incuestionable del arte de la segunda mitad del siglo XIX. En los países nórdicos, la evolución artística se ve marcada por la aparición del Naturalismo y del Realismo, siendo los años 1.880 decisivos en esa evolución, con la pintura al aire libre, expresando la luz, el sol y el aire en los cuadros que conforman la características de esos años, si bien la mayoría de los artistas nórdicos no comprendieron el impresionismo.

- En los países nórdicos, la noche reina durante gran parte del año y la atmósfera especial de los crepúsculos y la magia misteriosa de su tenue luz es fuente de inspiración para expresar lo aprehendido en París. Además, las personalidades se destacan individualizadas pero todos ellos, en general, coinciden en la idea de que el arte debe traducir el carácter de cada país y de cada pueblo.

Esta tendencia surge en Noruega, reuniéndose los artistas en una granja cercana a Oslo formando una especie de comunidad

- de artistas. En vez de pintar el sol, pintan la luz azulada de los crepúsculos helados, pintan interiores y la vida propia de las aldeas y lugares.

Los naturalistas suecos vivieron en París más tiempo que el resto de los nórdicos apareciendo por su país en los finales del decenio de 1.880. Pronto se opusieron al acomodamiento cultural, especialmente a la Academia por lo que se les llamó los "Oponentes" que en 1.886 constituyeron la denominada "konstnärslörbundet" o "Asociación de Artistas" que jugó un papel preponderante en la vida artística sueca hasta después de comenzado el siglo XX.

Anders ZORN se encuentra entre los pertenecientes a la "konstnärslörbundet" que tuvieron gran influencia sobre el arte de la época ya que junto a Carl LARSSON y Bruno LILJEFORS, es considerado como uno de los grandes pintores del arte sueco de los años 1.890, todos ellos con personalidades claramente diferenciadas.

- ...ZORN era "el rey", el pintor que la alta sociedad prefería por sus retratos y desnudos sensuales; eran mujeres de la parte de Mora las que fundamentalmente le servían de modelo. En esta ciudad se instaló definitivamente en 1.896. Allí desarrolló su arte pudiendo ser considerado como el prototipo de "hembygdsläre" (o pintor regional) del arte sueco de 1.890. Su casa se ha convertido en el Museo Zorn.

Karl NORDSTRÖM no tuvo el renombre internacional de LARSSON, LILJEFORS o ZORN lo que no obsta para que ocupe un lugar

importante en la pintura sueca de finales del siglo XIX. Presidió durante algún tiempo la "konstnärsförbundet". Realizó varias idas y venidas de su lugar de origen (Tjörn, al norte de Göteborg) a París y, dentro de los "Oponentes", tuvo parte muy activa en contra de la Academia de Bellas Artes.

Después de regresar definitivamente a Suecia y hacia 1.893, se instaló en Varberg, en la costa oeste. Su evolución se ve marcada por el estilo de GAUGUIN y de VAN GOGH y, poco a poco, se va simplificando hasta conseguir la fusión de concepciones simbolistas y sintéticas en sus representaciones del áspero paisaje rocoso del Bohuslän. Poco a poco abandona los crepúsculos y noches del estilo nacional, para orientarse hacia coloridos más luminosos bajo la influencia de MATISSE, del Expresionismo y de artistas suecos jóvenes de otra generación.

Para estructurar el trabajo a realizar sobre las muestras de telas de estos pintores del XIX, he elaborado una ficha que recoge los aspectos que interesan desde el punto de vista de este trabajo y que hacen referencia al soporte textil y a las capas de imprimación que sustenta como base de la pintura posterior.

TITULO..... REG. N°....

AUTOR..... FOTOGRAFIAS:

FECHA NO .. ☐

TECNICA SI .. ☐ N°:

PROPIETARIO

INFORME REALIZADO POR:

HILO	TEJIDO	IMPRIMACION	ESTADO DE CONSERVACION
Lino <input type="checkbox"/>	N° hilos y pasadas/cm. <input type="checkbox"/>	Mano de cola <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Bueno <input type="checkbox"/>
Cáñamo ... <input type="checkbox"/>	ENTRAMADO:	AGLUTINANTE:	Regular <input type="checkbox"/>
Algodón... <input type="checkbox"/>	Tafetán ... <input type="checkbox"/>	Cola animal <input type="checkbox"/>	Deficiente ... <input type="checkbox"/>
Otra <input type="checkbox"/>	Espiga <input type="checkbox"/>	Grasas <input type="checkbox"/>	Pésimo <input type="checkbox"/>
Tor- sión.. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Mantelillo. <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	DAÑO QUE PRESENTA:
S Z	Otros <input type="checkbox"/>	MATERIA DE CARGA:	Craquelados... <input type="checkbox"/>
Otros análisis y/o pruebas realizados:		Sulfato de cal.. <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>
		Carbonato de cal. <input type="checkbox"/>	Oxidación del tejido <input type="checkbox"/>
		Blanco de plomo.. <input type="checkbox"/>	Desprendimien- to de color... <input type="checkbox"/>
		Otros <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>

INFORMACION COMPLEMENTARIA QUE APOORTE OTROS

DATOS INTERESANTES

Descripción de las pruebas realizadas

Sobre las cinco muestras de telas, se han aplicado diversos tests para conocer la naturaleza de sus componentes, tanto del material textil como de la imprimación. Por lo tanto, se pueden hacer dos bloques diferenciados basados en la diferencia de los materiales y su finalidad inmediata.

Bloque A: Soporte textil

La información que se obtiene del tejido que sustenta la pintura es la siguiente:

- Identificación de las fibras textiles que componen los hilos de urdimbre y de los de trama.
- Sentido de torsión de los hilos de urdimbre y de trama.
- Tipo de entramado.
- Densidad del tejido.

Bloque B: Preparación

.....

Bloque A: Soporte textil

Las muestras de los soportes tienen tamaños irregulares puesto que su toma se ha tenido que adaptar a la posibilidad existente.

Las de PISSARRO, VENLOCT y REGOYOS permiten el recuento de

hilos con la simple ayuda del Cuentahilos de 1 cm./lado, pero no ocurre igual con las de los nórdicos NORDSTRÖM y ZORN que son muy largas y estrechas.

En estos dos casos ha sido preciso hacer el recuento de hilos con la lupa binocular y una regla graduada para contar los que entran en 5 mm. y hacer luego la relación correspondiente. Por supuesto, en ninguna de ellas puede establecerse "a priori" cuál pueda ser el sentido "urdimbre" o "trama" por no haber una referencia expresa de la presencia de orillos. Una vez hecho el recuento se puede aventurar el enunciado pero teniendo en cuenta que las telas ya fueron estiradas en su día para ser clavadas en el bastidor por lo que la densidad original ha podido verse modificada como consecuencia de esa acción mecánica. Por lo tanto, he denominado a los dos sentidos perpendiculares como "longitudinal-largo-A" a uno de ellos, y al otro "transversal-estrecho-B", según sean las dimensiones de la muestra.

El tipo de entramado en todas ellas es el TAFETAN de 1 x 1.

Los hilos presentan torsión en Z tanto en un sentido como en otro.

Para estas observaciones se ha utilizado el microscopio estereoscópico cuyas características y sistemas de iluminación aparecen expuestos en 3.4.3, con aumentos que aparecen indicados en las láminas dedicadas a la documentación fotográfica de cada una de las pruebas.

- La identificación de las fibras de ambos sentidos de hilos en cada tela se ha realizado aplicando el procedimiento seguido en el Laboratorio de Química del Instituto de Investigación Textil de Terrassa (Barcelona) que se describe en el punto 3.5. de este Capítulo. La observación del aspecto longitudinal de las fibras para su identificación se ha realizado con microscopio de polarización y con aumentos que oscilan entre 200 y 400, también aparece descrito en 3.4.3.

- En todos ellos se ha comprobado que la fibra textil que integra las telas de los soportes es el LINO, reconocible por sus características típicas para este caso;

- color azulado producido por el reactivo
- presencia de nódulos transversales
- lumen central longitudinal

- Las fibras aparecen bastante sucias, cosa nada extraña si se tiene en cuenta que algunos cuadros cuentan con más de 100 años de existencia y en ese tiempo se han ido adhiriendo a los hilos sustancias diversas que los han ensuciado. A pesar de la suciedad, la identificación no ha ofrecido dudas evidenciándose claramente los caracteres peculiares del lino antes mencionado. Puede verse una recopilación de todos los datos obtenidos del Bloque A en la tabla siguiente:

SOPORTE TEXTIL

AUTOR	FIBRA TEXTIL		H I L O	
	SENTIDO		TORSION	TORSION
	Longitudinal Largo - A	Transversal Estrecho - B	S	Z
KARL NORDSTRÖM	Lino	Lino		x
CAMILLE PISSARRO	Lino Algodón	Lino Algodón		x
ANDERS ZORN	Lino	Lino		x
VINCENT VENLOCT	Lino	Lino		x
DARIO REGOYOS	Lino	Lino		x

AUTOR	E S T R U C T U R A T E X T I L			
	DENSIDAD			TIPO DE ENTRAMADO
	Nº de hilos Largo-A/cm.	Nº de hilos Estrecho-B/cm	Densid. cm2.	
KARL NORDSTRÖM	22	22	484	Tafetan 1x1
CAMILLE PISSARRO	26	25	650	Tafetán 1x1
ANDERS ZORN	16	14	224	Tafetán 1x1
VINCENT VENLOCT	14	10	140	Tafetán 1x1
DARIO REGOYOS	14	13	182	Tafetán 1x1

Las cifras resultantes del recuento de hilos y de la correspondiente densidad del tejido, constatan la evidencia de la simple observación ocular respecto a la menor o mayor rareza del tejido. Así, la tela más rala es la correspondiente a la nº 4 de Vincent VENLOCT y la más cerrada es la nº 2 de Camille PISSARRO, seguida de la nº 1 de Karl NORDSTRÖM a notable diferencia de los demás.

Una primera consecuencia de este hecho es que las capas de imprimación a aplicar sobre estos tejidos han de tener diferentes grados de espesor para poder cubrir bien todo el entramado a fin de ofrecer una superficie lo más uniforme posible a las siguientes capas de color. En la medida que el pintor desee una superficie más o menos rugosa, el soporte textil ha de ser más o menos impregnado de la preparación siendo ésta más o menos espesa aplicada en una o varias manos. La repercusión de estas diferencias en la densidad de la preparación es que, en principio, será más propensa a craquelarse y agrietarse la más gruesa y se mantendrá mejor adherida y más entera la más fina.

Generalmente, el pintor que utiliza telas gruesas emplea mucha materia y empasta fuertemente la obra. La intención de pintar con empastes más o menos intensos conduce a la elección de una tela fuerte y con preparación generalmente densa; es decir, que son hechos que se suelen producir encadendos.

El cuadro de Vincent VENLOCT está pintado con grandes empastes en toda su superficie, más espesos en la ejecución de diversos detalles. De los demás cuadros no conozco este dato,

pero puede aventurarse que el grosor de las capas de color ha de ir en relación muy directa con la finura del tejido y el espesor de la preparación.

Bloque B: Preparación

El estudio de la preparación se ha realizado en el Laboratorio de Química del Taller de Restauración del Servicio de Patrimonio Histórico de la Diputación Foral de Bizkaia y ha corrido a cargo de su titular D^a Inmaculada Martín Uribe.

Se han tomado las micromuestras necesarias de las cinco telas en estudio a las que se ha aplicado la metodología de trabajo expuesta en el punto 3.5.3. de esta exposición, al que me remito para constatar los datos concretos acerca de los reactivos usados y forma de operar. A través de diversos microanálisis se ha llegado a identificar la naturaleza de los aglutinantes y de los pigmentos utilizados en su día como materia de carga.

Identificación de aglutinantes. Las cinco muestras de soporte textil han sido tratados con los dos tipos de reactivos que permiten identificar la sustancia que define a la preparación por parte del aglutinante: proteica o grasa. Estos reactivos son:

- FUCSINA para identificar proteínas
- NEGRO SOUDAN para identificar grasas

El resultado de los análisis indica que todas las muestras analizadas tienen en su preparación mezcla de sustancias proteicas y grasas por lo que se puede enunciar que son una emulsión de colas animales y grasas — probablemente aceite de lino — en proporciones diversas, predominando unas u otras en algunos casos tal como queda reflejado en el cuadro siguiente:

MUESTRA	FUCSINA	NEGRO SOUDAN	AGUA	CONCLUSION
1. NORDSTRÖM	++	+	No cola	Más abundancia de proteínas pero también lleva grasas sin poder precisar que se trate de óleo o huevo.
2. PISSARRO	++	+	No cola	Idem.
3. ZORN	++	++	No cola	Contenido similar en ambos. Puede ser una emulsión. Hasta aquí no se puede aún precisar si la grasa es óleo o huevo.
4. VENLOCT	Superficial	++	No cola Óleo	Las grasas son óleo. Lleva una capa superficial de proteína como si se hubiese dado una capa superficial de cola.
5. REGOYOS	-	++	No cola Óleo	Óleo

Puede verse gráficamente el resultado de los análisis en las láminas C, F, I, L y Ñ en las que se exponen fotografías de

los cortes estratigráficos correspondientes a las cinco micro-muestras de las telas estudiadas con indicaciones que aclaran la interpretación de los análisis así como de las características de microscopia utilizadas. Todas ellas se han observado con microscopio estereoscópico (ver 3.4.3.) con aumentos, de 40 a 80.

Identificación de materias de carga. Al igual que para los aglutinantes, en la identificación de los pigmentos que se emplearon como materia de carga en las preparaciones de las telas de estos cinco cuadros, se ha seguido el método indicado en 3.5.3.

Los diferentes tests a los que se han sometido las micro-muestras, ofrecen el siguiente resultado:

MUESTRA	H ₂ O	KOH(10%)	HCl(4N)	H ₂ SO ₄ (10%)	TRIPLE ACETATO + KNO ₂	NH ₄ SCN (3'3%) + HgCl ₂ (3%)	HCl (concl.)	H ₂ SO ₄ (concl.)	HNO ₃ (dil.)	IK	CONCLUSION
1. NORDSTRÖM	-	-	Burbuja	No	Si	-	Si	Si	Solo en parte	Si	Blanco de Pb. Barita
2. PISSARRO	-	Se deshace	Burbuja	Si	Si	-	Si	Si	Si	Si	Blanco de Pb. Calcita
3. ZORN	-	Se deshace	Si	Si	-	-	Si	Si	Si	Si	Calcita
4. VENLOCT	-	Si	Si	Si	Si	-	Si	Si	Si	Si	Calcita Blanco de Pb.
5. REGOYOS	-	Si	Si	Si	Si	-	Si	Si	Si	Si	Calcita

El cuadro siguiente recoge, a modo de compendio en un solo bloque de información, el conjunto de datos que se han ido obteniendo de los diferentes tests aplicados a las cinco muestras de los soportes textiles con preparación de los cinco pintores del siglo XIX a que se viene haciendo referencia, con lo cual se puede decir que ya se ha alcanzado el objetivo propuesto; recabar el mayor número posible de datos sacados del soporte que enriquezcan el conocimiento de la técnica de los pintores de que se viene tratando y, como consecuencia, profundizar en la comprensión de la pintura del siglo XIX.

MUESTRA	T E L A								P R E P A R A C I O N		ESTADO DE CONSERVACION
	F I B R A		HILO		ESTRUCTURA TEXTIL				AGLUTINANTE	MATERIA DE CARGA Pigmento	
	SENTIDO		TORSION		DENSIDAD			ENTRAMADO			
	A Largo Longit.	B Estrecho Transv.	A	B	A	B	Total cm2.				
1. NORDSTRÖM	Lino	Lino	Z	Z	22	22	484	Tafetan 1 x 1	Proteinas Poca grasa	Blanco de Pb Barita	BUENO
2. PISSARRO —	Lino Algodón	Lino Algodon	Z	Z	26	25	650	Tafetán 1 x 1	Proteinas Poca grasa	Blanco de Pb Calcita	REGULAR
3. ZORN	Lino	Lino	Z	Z	16	14	224	Tafetán 1 x 1	Proteina y grasa: 50%	Calcita	BUENO
4. VENLOCT	Lino	Lino	Z	Z	14	10	140	Tafetán 1 x 1	Oleo	Blanco de Pb Calcita	DEFICIENTE
5. REGOYOS	Lino	Lino	Z	Z	14	13	182	Tafetán 1 x 1	Oleo	Blanco de Pb Calcita	Sin datos

No ha sido posible pesar la preparación ni medir su espesor dado el reducido tamaño de las muestras disponibles, pero, probablemente, los datos emanados de estas pruebas hubieran respondido a la lógica que cabe esperar conociendo las premisas existentes.

En cuanto a su conservación, si bien estos factores tienen influencia en el proceso de envejecimiento natural, también existen otros externos y ajenos al propio cuadro que pueden modificar la normal evolución del envejecimiento natural siendo causa de daños no achacables a aquélla. En estos casos, al desconocerse la trayectoria experimentada por los cuadros a partir del momento de su ejecución, es muy aventurado asegurar categóricamente cuál sea la influencia de las características de soporte y preparación en los daños que motivaron los tratamientos encaminados a favorecer su mejor conservación.

En las páginas siguientes aparecen las fichas de trabajo con todos los datos obtenidos de las cinco muestras estudiadas, así como la documentación correspondiente facilitada por los centros de restauración en ellas indicados.

TITULO: "Retrato de la novia del artista"

REG. Nº 2952

AUTOR: KARL NORDSTRÖM

FOTOGRAFIAS:

FECHA: 1.885

NO ☐

TECNICA: Oleo sobre tela

SI ☐ Nº:

PROPIETARIO: Museo Nacional de Suecia

INFORME REALIZADO POR: Agneta Sandström

HILO	TEJIDO	IMPRIMACION	ESTADO DE CONSERVACION
Lino <input checked="" type="checkbox"/>	Nº hilos y pasadas/cm. <input checked="" type="checkbox"/> 22x22	Mano de cola <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>
Cáñamo ... <input type="checkbox"/>	ENTRAMADO:	AGLUTINANTE:	Regular <input type="checkbox"/>
Algodón... <input type="checkbox"/>	Tafetán ... <input checked="" type="checkbox"/> 1x1	Cola animal <input checked="" type="checkbox"/>	Deficiente ... <input type="checkbox"/>
Otra <input type="checkbox"/>	Espiga <input type="checkbox"/>	Grasas ... Poco ... <input checked="" type="checkbox"/>	Pésimo <input type="checkbox"/>
Tor-sión.. <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Mantelillo. <input type="checkbox"/>	Otros	DAÑO QUE PRESENTA:
S Z	Otros	MATERIA DE CARGA:	Craquelados... <input type="checkbox"/>
Otros análisis y/o pruebas realizados:		Sulfato de cal... <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>
Identificación de fibras textiles: Ma TERESA URKULLU (Restauradora)		Carbonato de cal. <input type="checkbox"/>	Oxidación del tejido <input type="checkbox"/>
Identificación materiales imprimación: INMACULADA MARTIN		Blanco de plomo.. <input checked="" type="checkbox"/>	Otros
(Química)/Ambos realizados en el laboratorio de Química del Dep. Cultura Dip.F.B)		Otros ... Barita .....	.....
		
		
		

INFORMACION COMPLEMENTARIA QUE APOORTE OTROS

DATOS INTERESANTES

Sverige

NORDSTRÖM, Karl: 1855 - 1923

"Porträtt av konstnärens
fästmö".

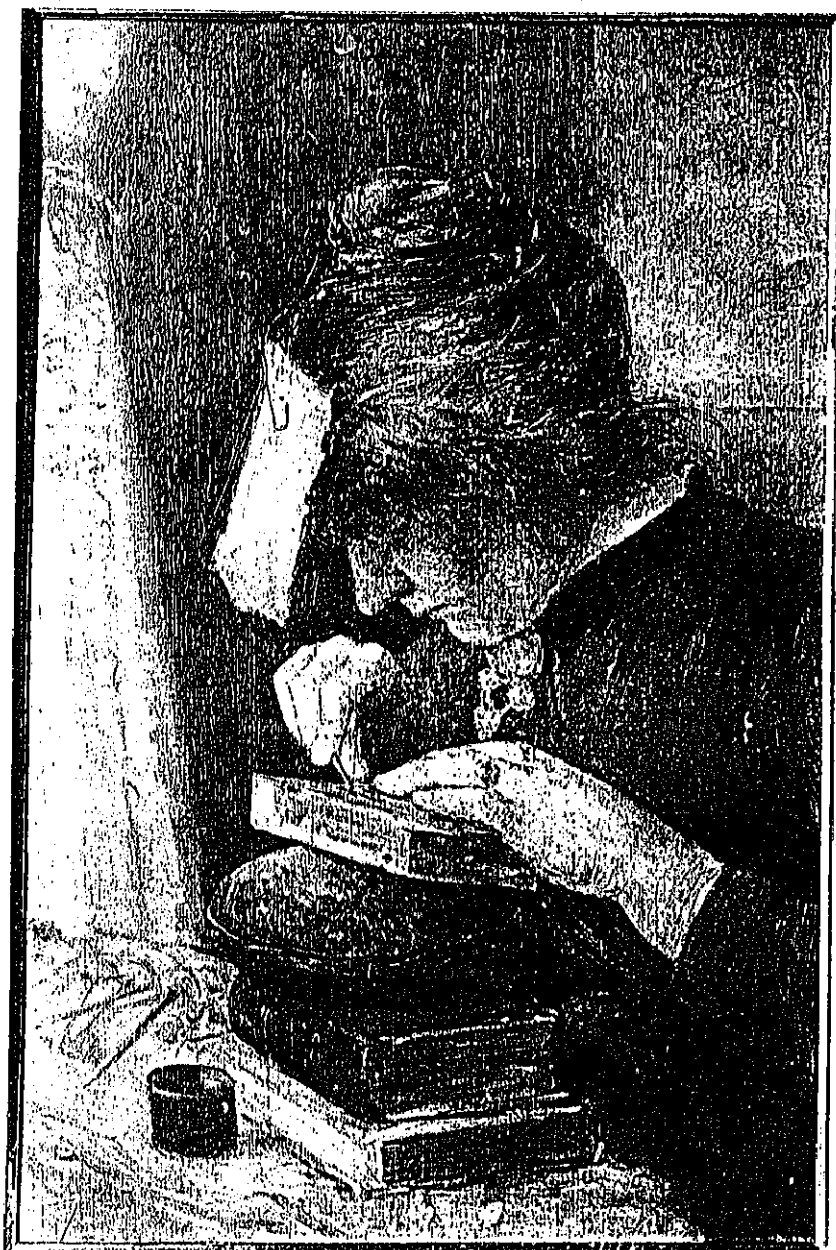
Sign. Karl Nordström -85.

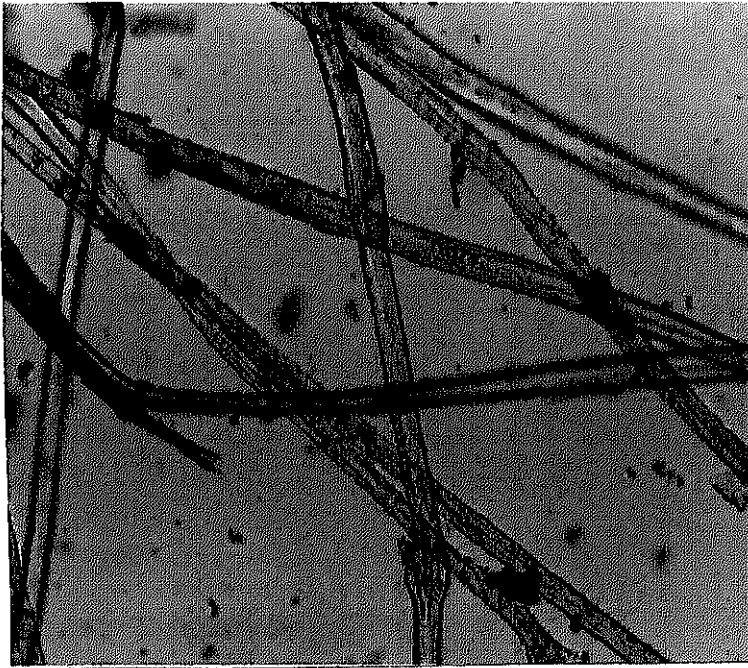
På baksidan: Tekla Lindström
graverande Grez-sur-Loing 1885.

54 x 36 cm.

NM 2952

D3328 E5610



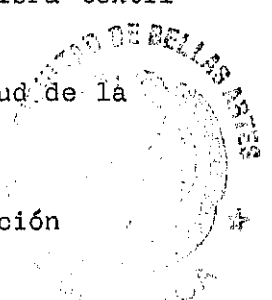


FIBRAS DE LOS HILOS DE LOS SENTIDOS DENOMINADOS
"LARGO" (arriba) y "TRANSVERSAL" (abajo)

Luz transmitida. 200X

La fibra es LINO. No se ha detectado la presencia de ninguna otra fibra textil
Aparecen claros los caracteres que definen a esta fibra:

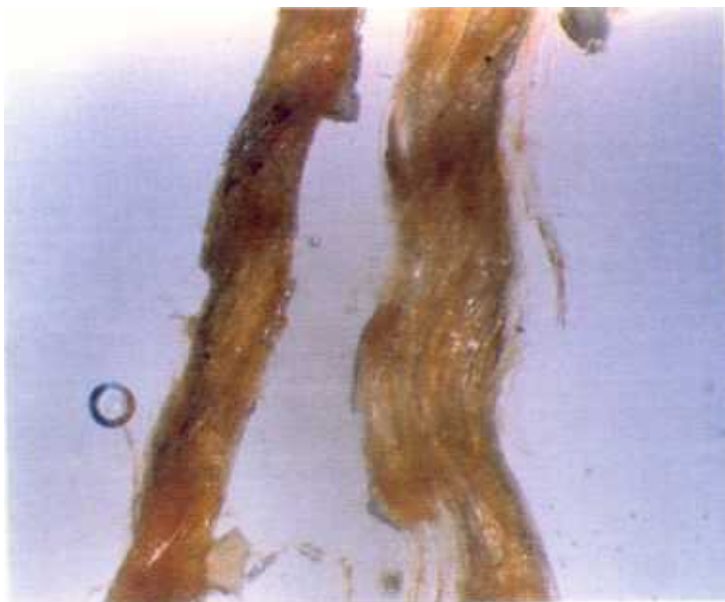
- lumen central que recorre como una línea toda la longitud de la fibra
- nódulos o secciones transversales
- color azul más o menos definido, producido por la solución iódica para identificar el lino



TORSION DE LOS HILOS

Luz reflejada. 40X

En ambos sentidos del tejido tienen sentido Z.



ENTRAMADO

Luz reflejada. 40X

El entramado del tejido es del tipo **TAFFETAN**
1 x 1



ASPECTO DE LA PREPARACION

Luz reflejada. 40X

Es el aspecto que ofrece la preparación visto directamente a través de la lupa binocular. Se pueden apreciar pequeñas grietas repartidas por la superficie.



Imprimación blanca

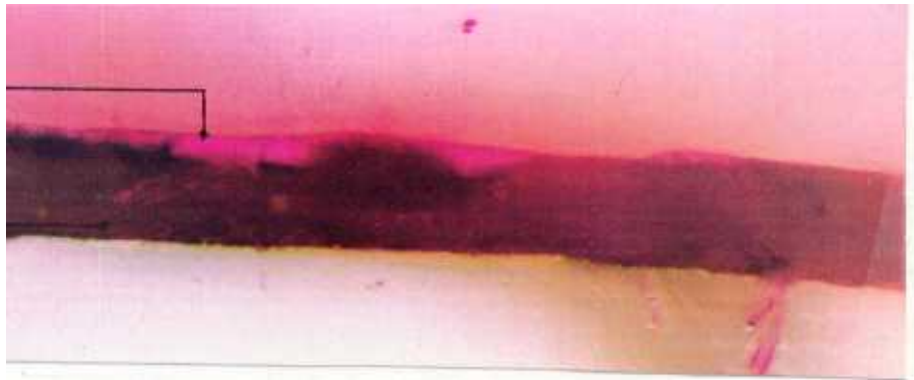
Soporte textil

(Se pueden apreciar las secciones de los dos tipos de hilos perpendiculares, urdimbre y trama)



CORTE ESTRATIGRAFICO

Luz reflejada. 80X



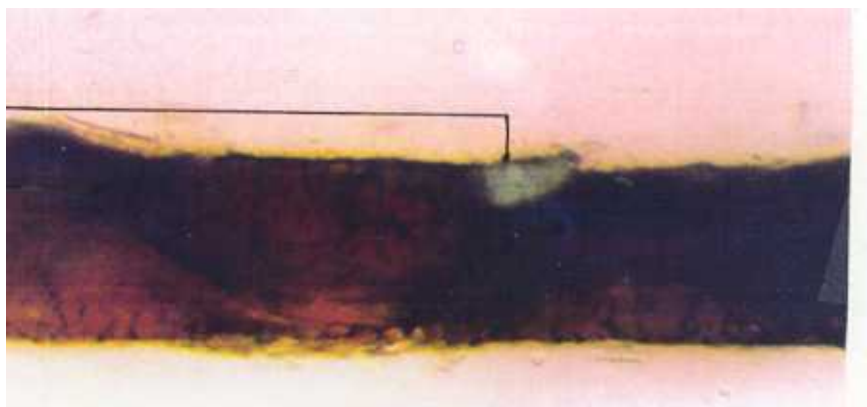
IDENTIFICACION DE PROTEINAS

Luz reflejada. 120X

Reactivo **fucsina** para detectar la presencia de **proteínas**. La fuerte coloración rosácea de la imprimación es demostrativa de la presencia de material de índole proteica en el aglutinante de la misma.

Imprimación _____

Soporte textil _____



IDENTIFICACION DE GRASAS

Luz reflejada. 80X

Reactivo **Negro Sudan** para detectar la presencia de materias **grasas**. La imprimación ha tomado el color oscuro indicativo de que también hay grasas en el aglutinante, aunque en menor proporción que proteínas.

FICHA DE TRABAJO

TITULO: "Paysage de Pontoise"

REG. Nº 2086

AUTOR: CAMILLE PISSARRO

FOTOGRAFÍAS:

FECHA: 1.874

NO ☐

TECNICA: Oleo sobre tela

SI ☐ Nº:

PROPIETARIO: Museo Nacional de Suecia

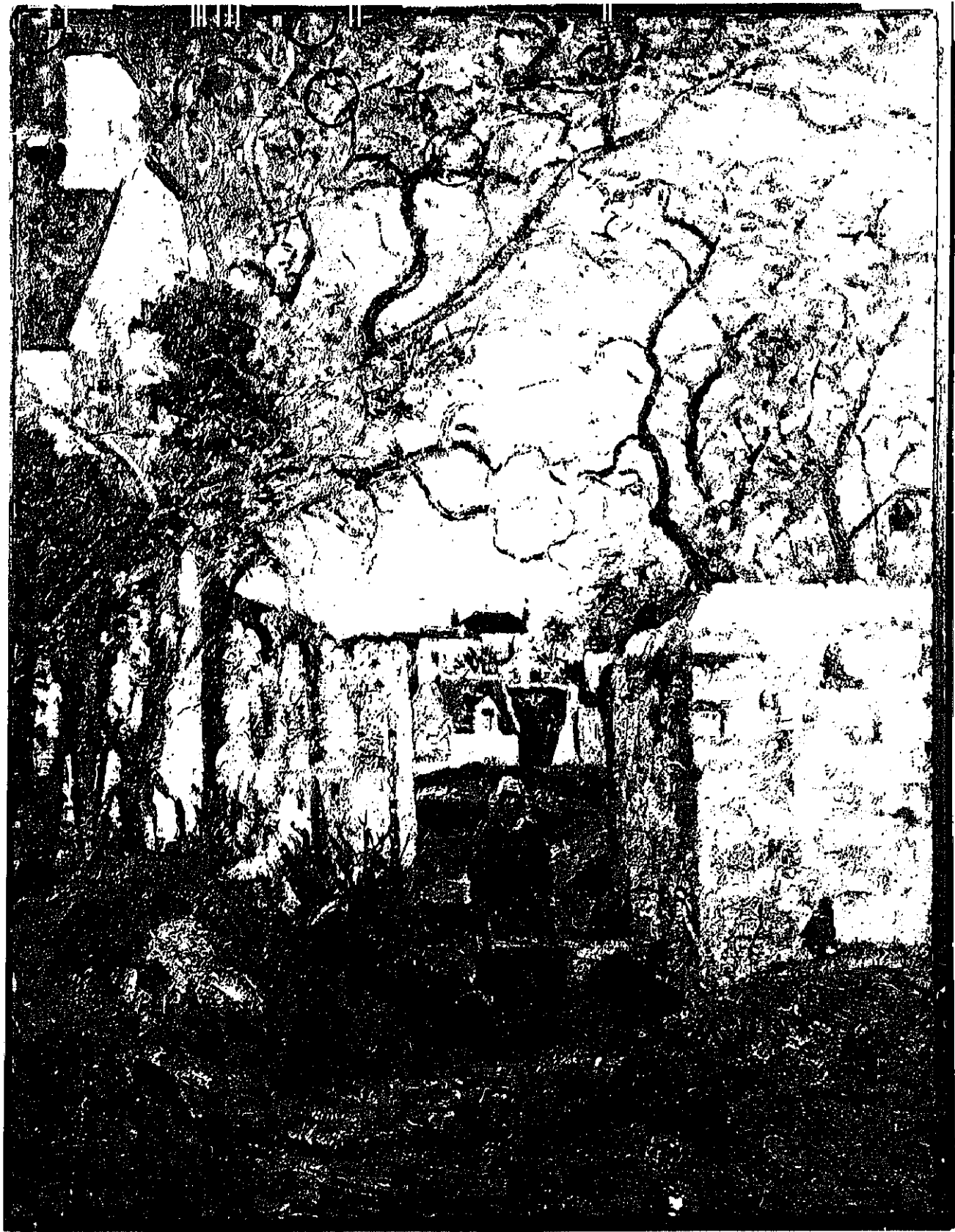
INFORME REALIZADO POR: Uno Kullander (1.980)

HILO	TEJIDO	IMPRIMACION	ESTADO DE CONSERVACION
Lino <input checked="" type="checkbox"/>	Nº hilos y pasadas/cm. <input type="checkbox"/> 28x26	Mano de cola <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Bueno <input type="checkbox"/>
Cáñamo ... <input type="checkbox"/>	ENTRAMADO:	AGLUTINANTE:	Regular <input checked="" type="checkbox"/>
Algodón... <input checked="" type="checkbox"/>	Tafetán .. <input checked="" type="checkbox"/> 1x1	Cola animal <input checked="" type="checkbox"/>	Deficiente ... <input type="checkbox"/>
Otra <input type="checkbox"/>	Espiga ... <input type="checkbox"/>	Grasas ... Poco <input checked="" type="checkbox"/>	Pésimo <input type="checkbox"/>
Tor- sión.. <input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/> Z	Mantelillo. <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	DAÑO QUE PRESENTA:
	Otros <input type="checkbox"/>	MATERIA DE CARGA:	Craquelados... <input type="checkbox"/>
		Sulfato de cal... <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>
		Carbonato de cal. <input checked="" type="checkbox"/>	Oxidación del tejido <input type="checkbox"/>
		Blanco de plomo.. <input checked="" type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>
		Otros <input type="checkbox"/>	
Otros análisis y/o pruebas realizados: Identificación de fibras textiles: M ^a TERESA URKULLU (Restauradora)			
Identificación materiales imprimación: INMACULADA MARTIN (Química)/Ambos realizados en el laboratorio de Química del Dep. Cultura Dip.F.B)			

INFORMACION COMPLEMENTARIA QUE APORTE OTROS DATOS INTERESANTES

Restaurado en 1.980 por UNO KULLANDER (Restaurador del Museo Nacional de Suecia, en Estocolmo).

- Los bordes rotos se han reforzado con BEVA 371 como adhesivo.
- Las partes craqueladas y desconchados, estabilizados con coletta.
- Desbarnizado con alcohol.
- Los desprendimientos se han llenado con cera y retocados con colores de témpera y el barnizado final, con barniz TALENS REMBRANDT (Resina de cetona).



Nationalmuseum

- 468 -

Äldre måleri och skulptur/Old Paintings and Sculptures

Restoration Report

PISSARRO, Camille: Paysage de Pontoise

NM 2086

The canvas was reinforced in damaged areas along the edges with thin fabric prepared with artificial resin BVA 371.

Cracks and loose parts of the colour surface were stabilised and attached with animal glue (Coletta It.).

The newest layer of varnish was removed with ethyl alcoholic while the older varnish, of which rests remained mainly in the center of the painting in the sky and landscape background, partly had to be removed mechanically under microscope.

Small areas with loss of paint were filled with waxresin cement and retouched with rubber-tempera colours.

Finally a very thin layer of Talens Rembrandtferniss were put on as a protection.

Stockholm 1980.10.10



Uno Kullander
Restorer

Nationalmuseum

Konservatorsateljén/Conservation department

1980-10-15.

UK / ML

NM 2086

PISSARRO, Camille

Landskap från Pontoise

Tillstånd före restaurering:

Den tunna linneduken är ganska skör, framförallt i sin övre kant där den brustit vid spikningarna. Det pastosa målningsddktet och grunderingen har krakelerat vid ett 10-tal ställen i målningen varvid färg och grundering har rest sig trots bibehållen dukkontakt och tenderar att flagna.

På tre ställen (upptill och nedtill i målningens mitt) har större färgbortfall skett; resp. 12, 2 och 11 mm stora, samt 11 st. mindre.

Målningssytan är delvis starkt missfärgad av äldre fernissrester som ligger i färgfåror och andra fördjupningar, företrädesvis i målningens centrum efter en tidigare friläggning av målningen. Senare lagda fernissor har bundit ytsmuts och har en påtaglig gulvning.

Konservering och restaurering:

Duken demonterad förstärktes i sina skadade kanter med gasväv med konstharts BVA 371 som adhesiv. Gasväven preparerades med BVA-hartset, genom hartsets termoplastiska egenskap kunde adhesionen mot originalduken ske helt ytmässigt i en skonsam och stödjande form.

De krakelerade och flagnande färgpartierna stabiliserades och fästes med animaliskt lim (Coletta it.).

Den senast lagda fernissan kunde avlösas med etylalkohol.

Den äldre, starkt gulnade fernissan vars rester framförallt låg kvar i målningens centrum över himlen och landskapets bakgrund måste i de djupast liggande partierna avlägsnas mekaniskt under mikroskop.

Färglakunerna kittades med vaxhartskitt och retuscherades med gummitemperafärger.

Som skydd på målningssytan lades en mycket tunn anlagd cetonharts (Talens Rembrandtferniss).

datum 1980.09.10

Ink. den

☐ med ram

☐ utan ram

☐ STATLIGT UPPDRAG

☐ PRIVAT UPPDRAG

Beställare: Mål.avd.

Ägare:

Inv.nr NM 2086

Adress:

Mått:

Konstnär (enligt):

Tel.

Pissarro, Camille

Försäkring:

Titel, motiv:

Transport:

Landskap från Pontoise

Förvaring:

Särskilda önskemål:

Material och teknik: o.p.d.

Signatur: ned t.v. C. Pissarro

Bakside: Spår av krakelyrer.

Tillstånd: Duken spräd och sprucken i överkant. Färgen krakelerad och tenderar att släppa. Uptill tre färgbortfall. Målningen smutsig och fernissan gulnad.

Förslag till åtgärder: Översyn och rengöring. Duken tages loss och kanterna förstärkes med gasväv efter det att målningssytan konserverats och all flagningsstens säkrats med colletta. Smuts och fernissa tages bort. Erforderlig kittning och retuschering av skador. Fernissning av målningen.

Kostnadsuppskattning: 40. tim.

Debiteras: NM

Godkännes för utförande den 6/10 1980

.....
överintendent

.....
avdelningsföreståndare

.....
konservator

.....
beställare

Till konservator den
Fotografering den
Ram den
Arbetet avslutat den
Konstverket återlämnat den
mottagarens underskrift

CAMILLE PISSARRO

Fibra de
algodón

Fibra de lino



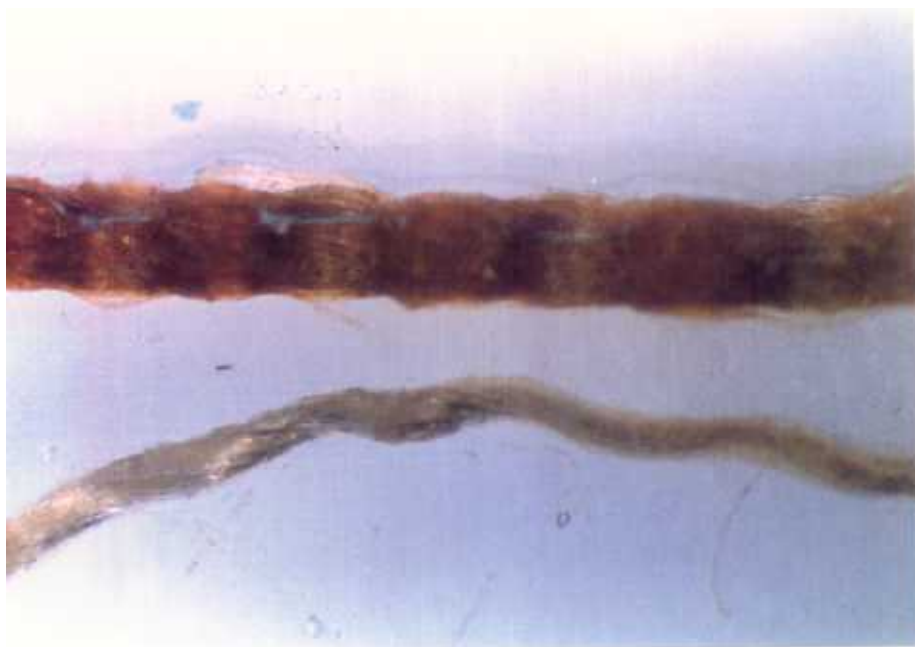
FIBRAS DE LOS HILOS DE LOS SENTIDOS DENOMINADOS
"ANCHO" (superior) y "ESTRECHO" (inf.)

Luz transmitida. 200X (estrecho) y 100X (ancho)

Para ambos sentidos, las fibras que aparecen son **LINO** y **ALGODON** predominando la de lino, fácilmente reconocible por la coloración azulada que toma con el reactivo de identificación. La fibra de algodón se ve claramente con su típico retorcido en la foto superior (dcha.)

TORSION DE LOS HILOS

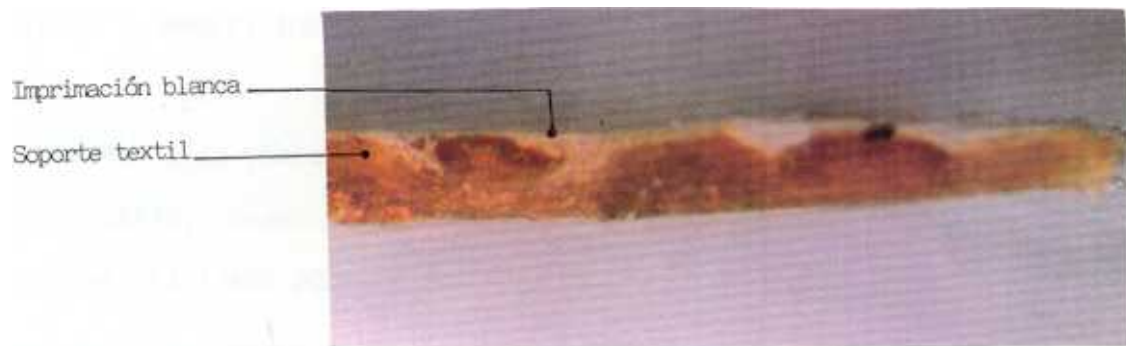
Luz reflejada. 40X



El de la izquierda es

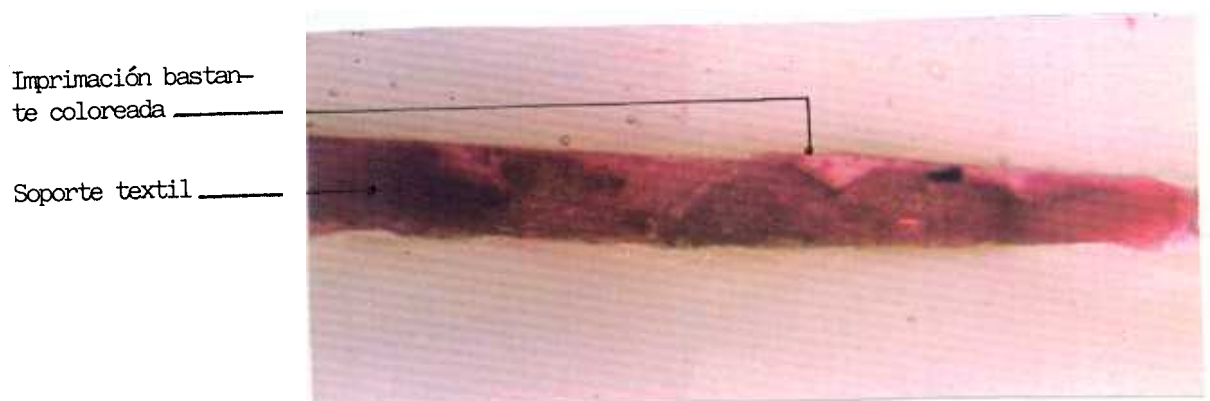


CAMILLE PISSARRO



CORTE ESTRATIGRAFICO

Luz reflejada. 60X



IDENTIFICACION DE PROTEINAS

Luz reflejada. 60X

El estrato de la imprimación ha tomado un color rosáceo bastante fuerte por la acción del reactivo **fucsina** lo que demuestra la presencia notable de **proteínas** en la sustancia aglutinante.



IDENTIFICACION DE GRASAS

Luz reflejada. 48X

El reactivo **Negro Sudan** ha teñido de color azulado a la preparación, índice de la presencia de **grasa** en su aglutinante, aunque no tiene la intensidad tan acusada como en el caso de las proteínas

TITULO: "Baile en la fiesta de San Juan"

REG. Nº 1603

AUTOR: ANDERS ZORN

FOTOGRAFIAS:

FECHA: 1.897

NO ☐

TECNICA: Oleo sobre tela

SI ☐ Nº:

PROPIETARIO: Museo Nacional de Suecia

INFORME REALIZADO POR: Agneta Sandström

HILO	TEJIDO	IMPRIMACION	ESTADO DE CONSERVACION
Lino <input checked="" type="checkbox"/>	Nº hilos y pasadas/cm. <input type="text" value="16x14"/>	Mano de cola <input type="text" value="SI"/> <input type="text" value="NO"/>	Bueno <input checked="" type="checkbox"/>
Cáñamo ... <input type="checkbox"/>	ENTRAMADO:	AGLUTINANTE:	Regular <input type="checkbox"/>
Algodón... <input type="checkbox"/>	Tafetán ... <input checked="" type="checkbox"/> 1x4	Cola animal <input checked="" type="checkbox"/> 50%	Deficiente ... <input type="checkbox"/>
Otra <input type="checkbox"/>	Espiga ... <input type="checkbox"/>	Grasas <input checked="" type="checkbox"/>	Pésimo <input type="checkbox"/>
Tor- sión.. <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Mantelillo. <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	DAÑO QUE PRESENTA:
S Z	Otros <input type="checkbox"/>	MATERIA DE CARGA:	Craquelados... <input checked="" type="checkbox"/>
		Sulfato de cal... <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>
		Carbonato de cal. <input checked="" type="checkbox"/>	Oxidación del tejido <input type="checkbox"/>
		Blanco de plomo.. <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>
		Otros <input type="checkbox"/>	
Otros análisis y/o pruebas realizados: Identificación de fibras textiles: M ^a TERESA URKULLU (Restauradora)			
Identificación materiales imprimación: INMACULADA MARTIN (Química)/Ambos realizados en el laboratorio de Química del Dep. Cultura Dip.F.B)			

INFORMACION COMPLEMENTARIA QUE APORTE OTROS DATOS INTERESANTES

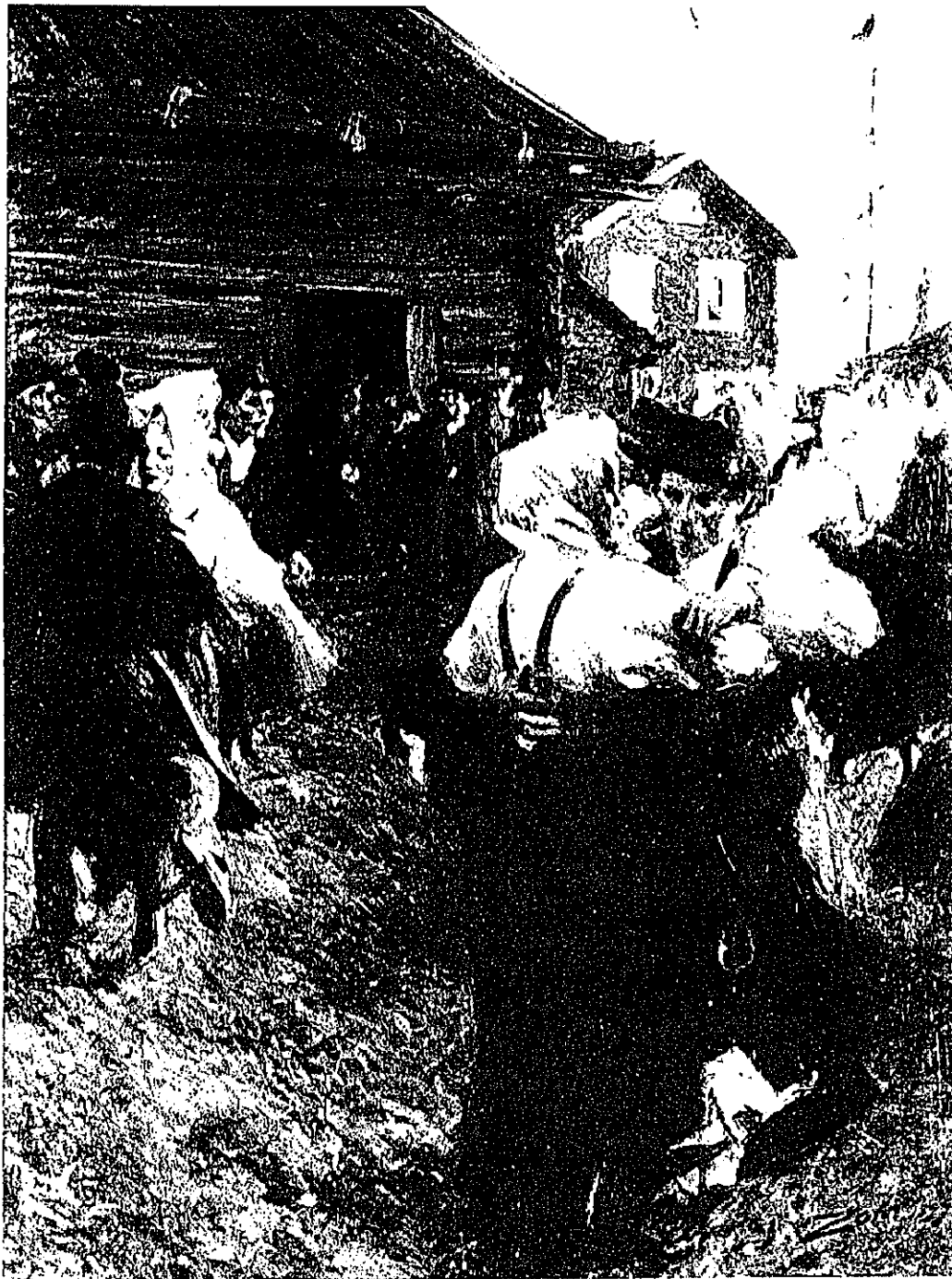
"Midsomnardans".

Sign. Zorn 1897.

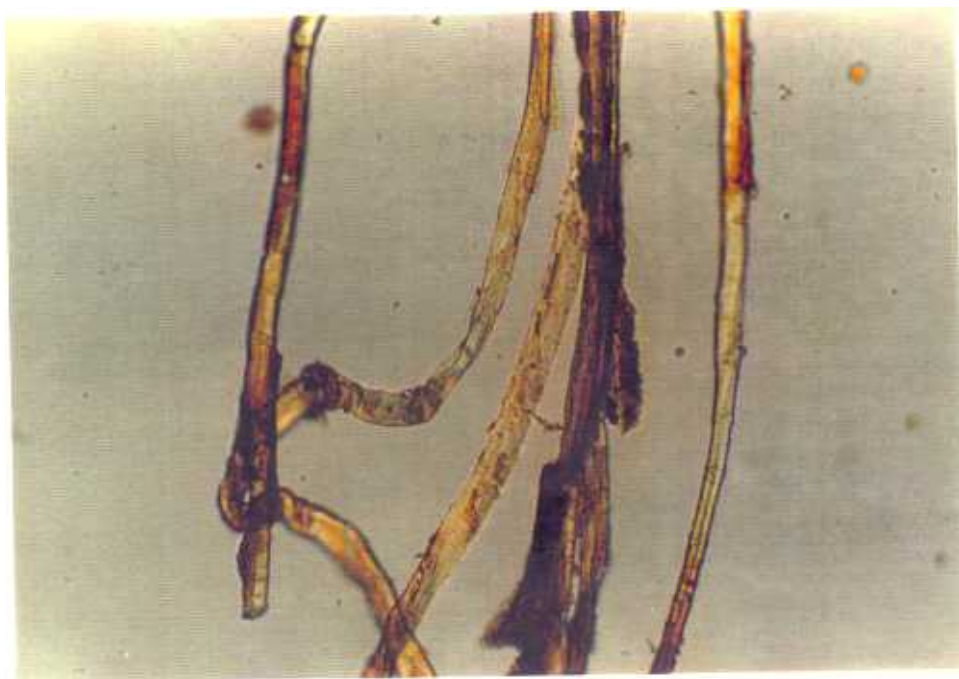
o.p.d. 140 x 98 cm.

NM 1603

B 651 & E 4511



ANDERS ZORN



FIBRAS DE LOS HILOS DE LOS SENTIDOS DENOMINADOS
"LONGITUDINAL"(sup.) y "TRANSVERSAL"(inf.)

Luz transmitida. 200X (long. y 400X (transv.)

La fibra identificada en la muestra de los hilos de ambos sentidos es **LINO**. Aunque aparece con adherencias de materias extrañas que la ensucian, sus caracteres diferenciales, **nódulos**, **lumen** y color **azulado** por la solución iódica, son evidentes.

TORSION DE LOS HILOS

Luz reflejada. 40X

Pese al desenfoque de uno de los hilos, no hay duda de que la torsión de ambos es en Z.

Llevar adheridos pequeños fragmentos de imprimación.

**ENTRAMADO**

Luz reflejada. 40X

Corresponde al tipo **TAFETAN 1 x 1**.

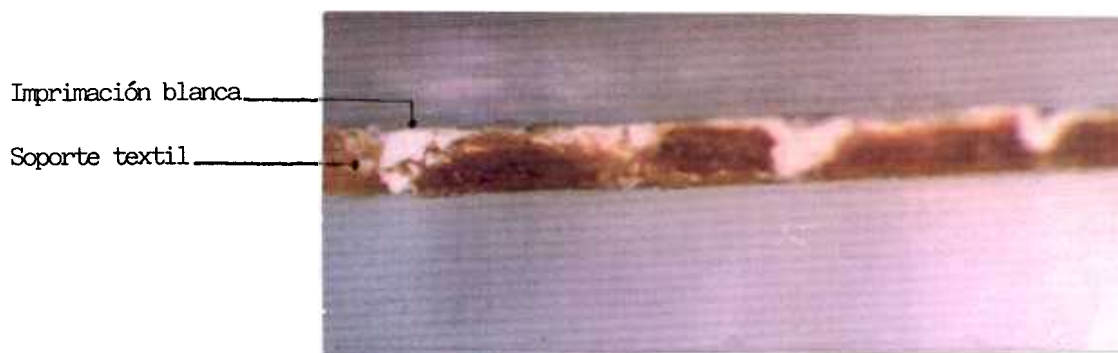
**ASPECTO DE LA PREPARACION**

Luz reflejada. 20X

Se observa muy agrietada y con puntos oscuros en la zona correspondiente al cruce de los hilos del entramado, originados por un posible desgaste de la preparación en esta porción de la superficie imprimada.

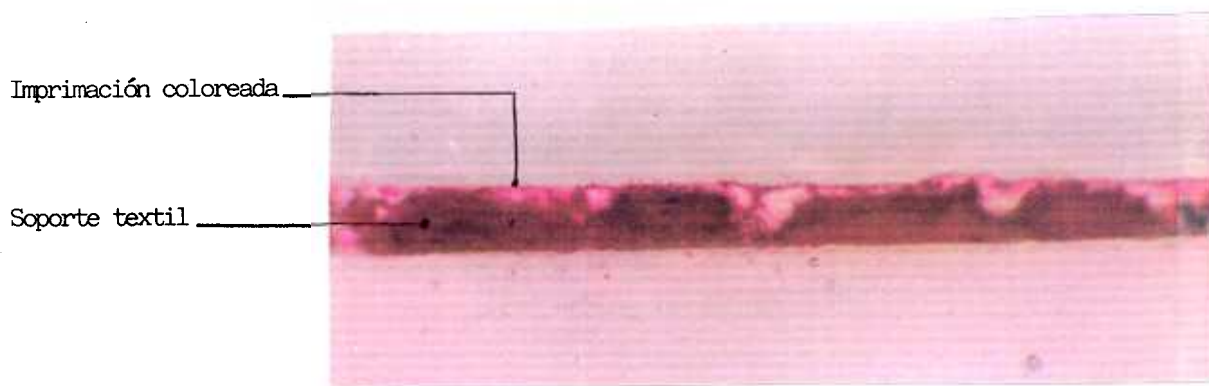


ANDERS ZORN



CORTE ESTRATIGRAFICO

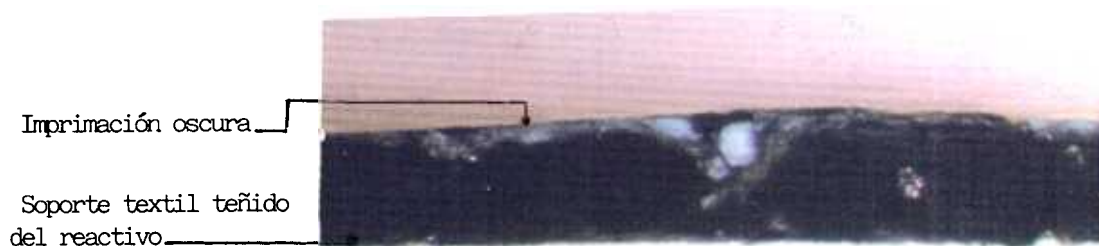
Luz reflejada. 80X



IDENTIFICACION DE PROTEINAS

Luz reflejada. 40X

La imprimación, por efecto del reactivo **fucsina**, ha tomado una coloración rosácea bastante fuerte lo que indica **presencia abundante de proteínas** en el aglutinante.



IDENTIFICACION DE GRASAS

Luz reflejada. 60X

La imprimación se ha teñido con bastante intensidad de la tonalidad azulada que le da el reactivo **Negro Soudan** lo que indica que también hay **presencia abundante de grasas** en la sustancia aglutinante.

TITULO: "Paisaje urbano"

REG. Nº

AUTOR: VINCENT VENLOCT

FOTOGRAFIAS:

FECHA: 1.884

NO .. ☐

TECNICA: Oleo sobre tela

SI .. ☐ Nº:

PROPIETARIO: Particular

INFORME REALIZADO POR: M^a Teresa de Urkullu 1.974

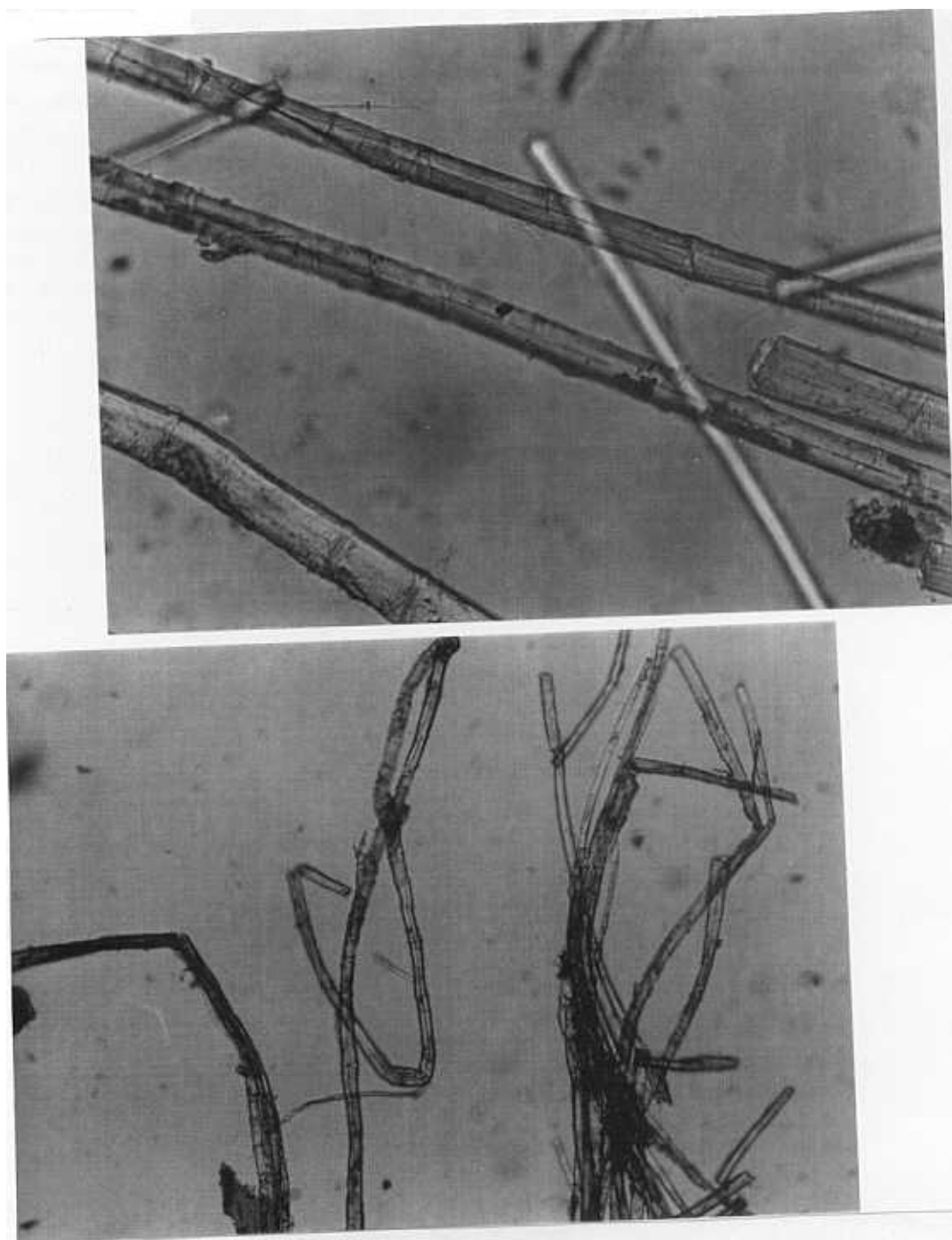
HILO	TEJIDO	IMPRIMACION	ESTADO DE CONSERVACION
Lino ... <input checked="" type="checkbox"/>	Nº hilos y pasadas/cm. <input type="checkbox"/> 4x10	Mano de cola <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Bueno <input type="checkbox"/>
Cáñamo ... <input type="checkbox"/>	ENTRAMADO:	AGLUTINANTE:	Regular <input type="checkbox"/>
Algodón... <input type="checkbox"/>	Tafetán ... <input checked="" type="checkbox"/> 4x1	Cola animal <input type="checkbox"/>	Deficiente ... <input checked="" type="checkbox"/>
Otra <input type="checkbox"/>	Espiga <input type="checkbox"/>	Grasas <input checked="" type="checkbox"/>	Pésimo <input type="checkbox"/>
Tor- sión.. <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Mantelillo. <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	DAÑO QUE PRESENTA:
S Z	Otros <input type="checkbox"/>	MATERIA DE CARGA:	Craquelados... <input checked="" type="checkbox"/>
		Sulfato de cal... <input type="checkbox"/>	Grietas <input checked="" type="checkbox"/>
Otros análisis y/o pruebas realizados:		Carbonato de cal. <input checked="" type="checkbox"/>	Oxidación del tejido <input checked="" type="checkbox"/>
Identificación de fibras textiles:		Blanco de plomo.. <input checked="" type="checkbox"/>	Otros <i>Muy endurecido y reseco</i>
M ^a TERESA URKULLU (Restauradora)		Otros <input type="checkbox"/>	
Identificación materiales imprimación:			
INMACULADA MARTIN			
(Química)/Ambos realizados en el laboratorio de Química del Dep. Cultura Dip.F.B)			

INFORMACION COMPLEMENTARIA QUE APOORTE OTROS DATOS INTERESANTES

- Tenía dos pequeños parches que se han eliminado fácilmente.
- Se ha hecho un reentelado a la gacha por considerar que era el procedimiento más eficaz para asentar las fuertes grietas y craquelados muy rígidos.
- Limpieza de barniz oxidado con mezcla de disolventes de acción suave.
- Barnizado final con barniz mate.



VINCENT VENLOCT



FIBRAS DE LOS HILOS DE LOS SENTIDOS DENOMINADOS
"ANCHO" (sup.) y "ESTRECHO" (inf.)

Luz transmitida. 400X (ancho) y 100X (estrecho)

La única fibra encontrada es la de **LINO** que aparece claramente definida en la foto superior, en la que los **nódulos** típicos del lino son evidentes así como el **lumen** central. En ambos casos (más acusado en la foto inferior) las fibras están ensuciadas con materias ajenas a la naturaleza de la fibra lo que no impide la observación de los caracteres típicos de la fibra del lino.

TORSION DE LOS HILOS

Luz reflejada. 40X

La torsión para ambos hilos es en sentido Z.

Se pueden apreciar numerosas adherencias de materias no identificadas que ensucian su visión.

**ENTRAMADO**

Luz reflejada. 20X

Pertenece al tipo **TAFETAN** 1 x 1 y se corresponde con la zona de la foto inferior.

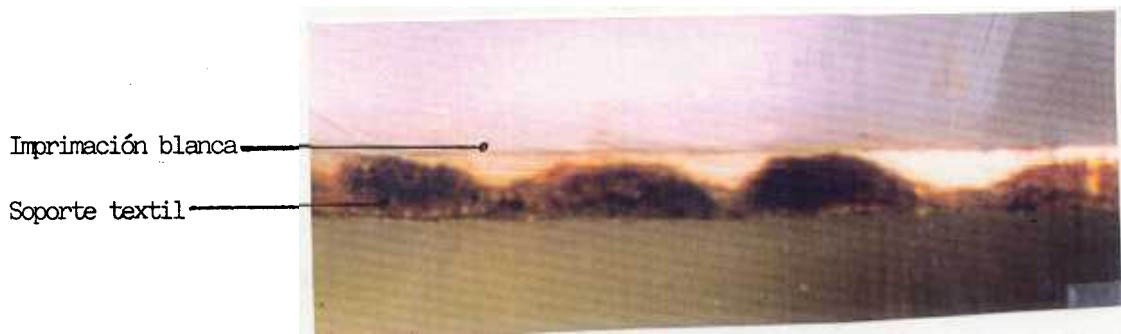
**ASPECTO DE LA PREPARACION**

Luz reflejada. 20X

La foto está tomada en la misma zona que la anterior. Como puede apreciarse, la preparación se encuentra muy agrietada dejando entrever, por sus huecos, los hilos manchados.

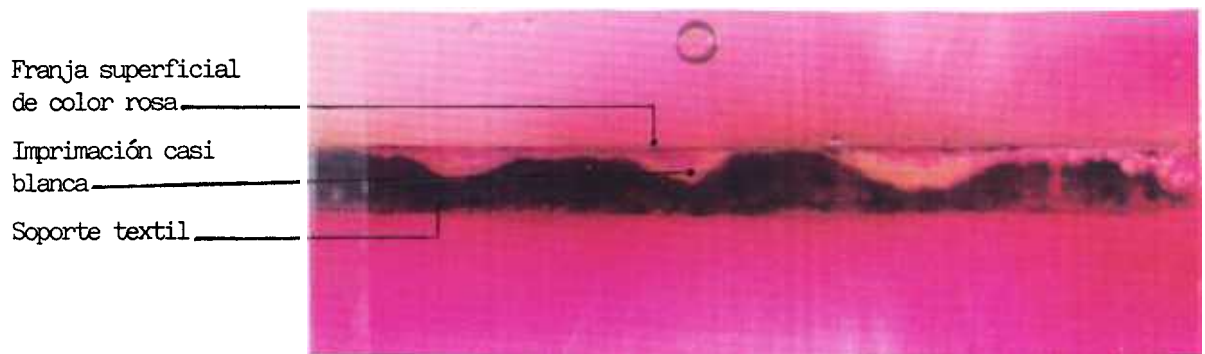


VINCENT VENLOCT



CORTE ESTRATIGRAFICO

Luz reflejada. 80X



IDENTIFICACION DE PROTEINAS

Luz reflejada. 40X

El reactivo **fucsina** ha producido un color fuertemente rosáceo en una zona de la preparación cercana a la superficie indicativo de la presencia de **proteínas** en el aglutinante. Su localización estrictamente superficial puede interpretarse como señal de una capa leve de **cola**?



IDENTIFICACION DE GRASAS

Luz reflejada. 42X

La coloración muy oscura de los fragmentos de imprimación son indicativos de la presencia abundante de **grasa**, concretamente **óleo**. El reactivo aplicado para la identificación es el **Negro Sudan**.

TITULO:

REG. Nº

AUTOR: DARIO REGOYOS

FOTOGRAFIAS:

FECHA:

NO ☐

TECNICA:

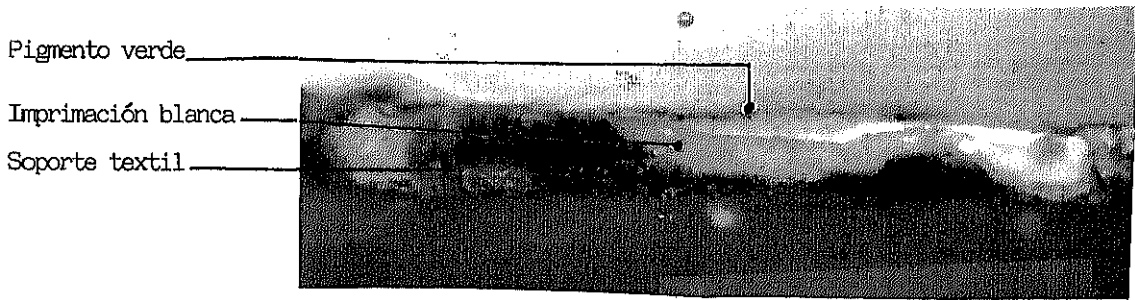
SI ☐ Nº:

PROPIETARIO:

INFORME REALIZADO POR:

HILO	TEJIDO	IMPRIMACION	ESTADO DE CONSERVACION
Lino <input checked="" type="checkbox"/>	Nº hilos y pasadas/cm. <input type="text" value="14x13"/>	Mano de cola <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Bueno <input type="checkbox"/>
Cáñamo ... <input type="checkbox"/>	ENTRAMADO:	AGLUTINANTE:	Regular <input type="checkbox"/>
Algodón... <input type="checkbox"/>	Tafetán ... <input checked="" type="checkbox"/> 4x1	Cola animal <input type="checkbox"/>	Deficiente ... <input type="checkbox"/>
Otra <input type="checkbox"/>	Espiga <input type="checkbox"/>	Grasas <input checked="" type="checkbox"/>	Pésimo <input type="checkbox"/>
Tor- sión.. <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Mantelillo. <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	DAÑO QUE PRESENTA:
S Z	Otros <input type="checkbox"/>	MATERIA DE CARGA:	Craquelados... <input type="checkbox"/>
		Sulfato de cal.. <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>
		Carbonato de cal. <input checked="" type="checkbox"/>	Oxidación del tejido <input type="checkbox"/>
		Blanco de plomo.. <input checked="" type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>
		Otros <input type="checkbox"/>	
Otros análisis y/o pruebas realizados: Identificación de fibras textiles: M ^a TERESA URKULLU (Restauradora)			
Identificación materiales imprimación: INMACULADA MARTIN (Química)/Ambos realizados en el laboratorio de Química del Dep. Cultura Dip.F.B)			

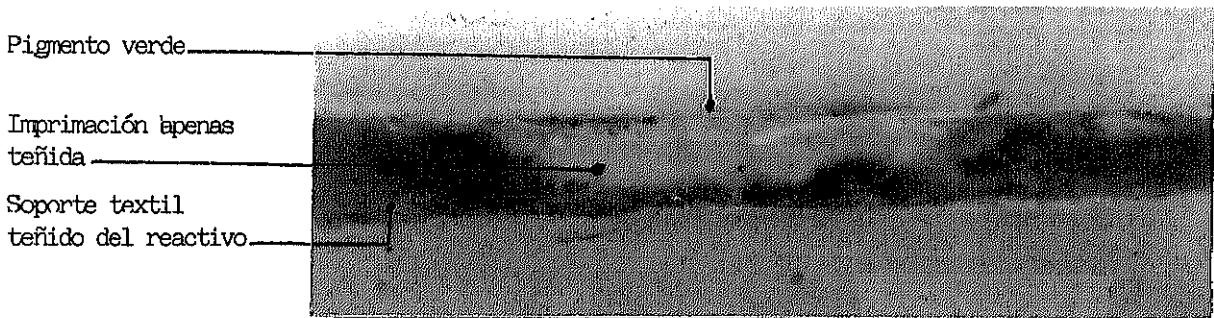
INFORMACION COMPLEMENTARIA QUE APOORTE OTROS DATOS INTERESANTES



CORTE ESTRATIGRAFICO

Luz reflejada. 100X

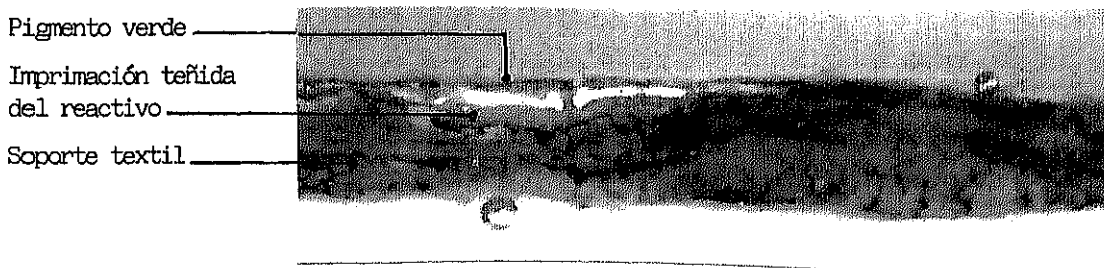
El pigmento verde es como una salpicadura en la preparación



IDENTIFICACIÓN DE PROTEINAS

Luz reflejada. 60X

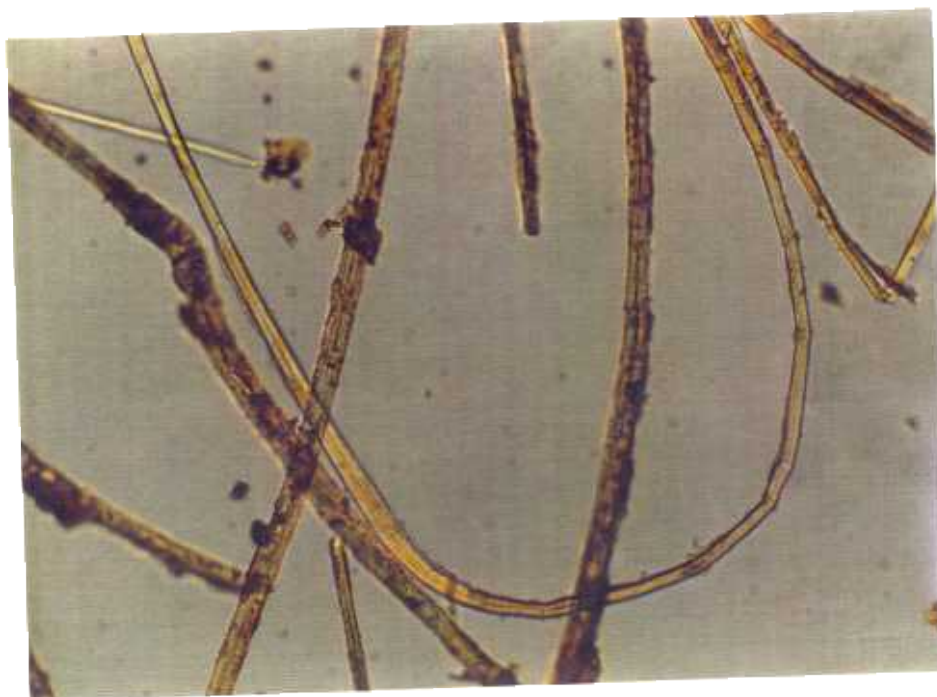
El reactivo **fucsina** apenas ha teñido la imprimación por lo que puede decirse que la presencia de **proteínas** es prácticamente **inexistente** en el aglutinante.

IDENTIFICACION DE GRASAS

Luz reflejada. 100X

Con el reactivo **Negro Soudan** se ha teñido la preparación de un **azul intenso** lo que indica presencia exclusiva de **grasas** en el aglutinante. El color blanco que aparece bajo el pigmento verde corresponde a la posible existencia de plomo en los materiales de carga de la imprimación.

DARIO REGOYOS



FIBRAS DE LOS HILOS DE LOS SENTIDOS DENOMINADOS
"A"(sup.) y "B"(inf.)

Luz transmitida. 200X

La muestra es cuadrada por lo que ha sido preciso variar la denominación habitual dada a los dos sentidos de hilos. En ambos casos la fibra hallada es exclusivamente **LINO** que, a pesar de que se ve relativamente sucia, pueden ser identificados los caracteres peculiares de esta fibra como son los **nódulos**, el **lumen** y el tinte **azulado** aunque lo sea de forma irregular.

TORSION DE LOS HILOS

Luz reflejada. 40X

Para los hilos de ambos sentidos la torsión es en Z.

No se ven muy retorcidos pero el sentido es claro. También lleva adherida alguna partícula de preparación.

**ENTRAMADO**

Luz reflejada. 20X

Es del tipo **TAFETAN**
1 x 1

**ASPECTO DE LA PREPARACION**

Luz reflejada. 20X

La observación se ha realizado en los bordes de la muestra por lo que pueden apreciarse también los hilos y un pequeño fragmento de pigmentación verde. Se ven grietas de bordes cerrados.

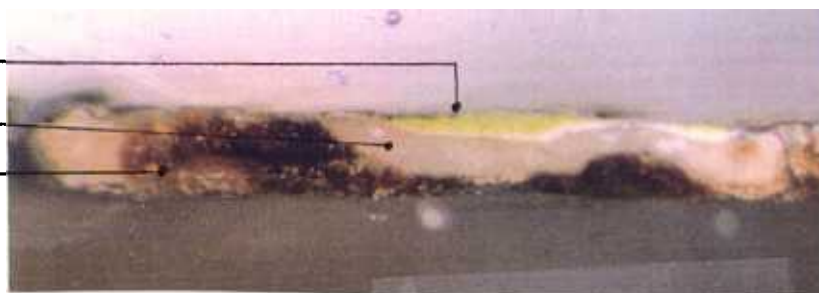


DARIO REGOYOS

Pigmento verde

Imprimación blanca

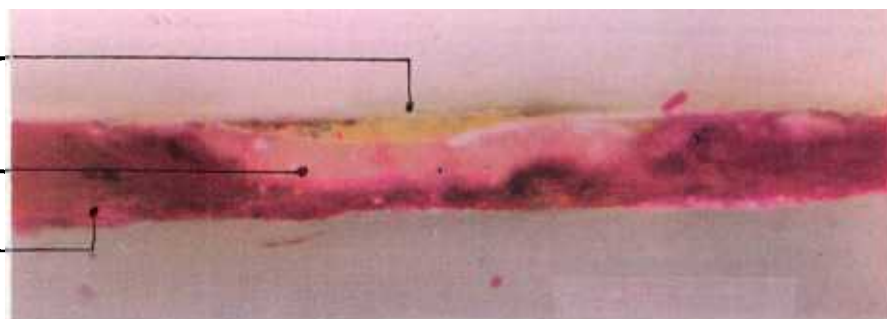
Soporte textil

**CORTE ESTRATIGRAFICO**

Luz reflejada. 100X

El pigmento verde es como una salpicadura en la preparación

Pigmento verde

Imprimación apenas
teñidaSoporte textil
teñido del reactivo**IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS**

Luz reflejada. 60X

El reactivo **fucsina** apenas ha teñido la imprimación por lo que puede decirse que la presencia de **proteínas** es prácticamente **inexistente** en el aglutinante.

Pigmento verde

Imprimación teñida
del reactivo

Soporte textil

**IDENTIFICACION DE GRASAS**

Luz reflejada. 100X

Con el reactivo **Negro Sudan** se ha teñido la preparación de un **azul intenso** lo que indica presencia exclusiva de **grasas** en el aglutinante. El color blanco que aparece bajo el pigmento verde corresponde a la posible existencia de plomo en los materiales de carga de la imprimación.

¿A qué conclusión se puede llegar después de haber seguido la progresión de la investigación realizada sobre los soportes textiles de estos cinco pintores del siglo XIX?.

Respecto al soporte considerando únicamente sus características textiles ignorando la presencia de la imprimación, siguen la línea tradicional del empleo casi exclusivo de la fibra de lino en las telas salvo en un solo caso en la que aparece mezclada con la de algodón, hecho muy típico del siglo XIX con lo cual el pintor, en este cuadro al menos, se acomoda a la corriente liberalizadora que acepta las telas con mezcla de fibras producidas industrialmente; lo que ya no se puede asegurar ni siquiera anunciar como hipótesis, es si esa aceptación se hizo conscientemente o si en su día se ignoraba esta circunstancia al no constar referencia documental alguna sobre este particular. Quizá el estudio sistemático de los cuadros de este pintor arrojaría alguna luz sobre este particular.

En el apartado de las preparaciones, los análisis han hecho evidente la preponderancia iniciada en el siglo XIX de preparaciones grasas, que aquí aparecen mezcladas con proteínas. Sería necesario someter las muestras a pruebas de cromatografía gaseosa para poder averiguar con exactitud cuál es el tipo de grasa presente en las preparaciones en aquellos casos en los que no haya quedado claro si la grasa tiene como origen un aceite u otro.

Pero el hecho importante es que no estamos ante preparaciones al temple como venía siendo habitual hasta estos momentos

de la historia de la técnica de la pintura, sino que ya ha hecho aparición en los materiales de la preparación un nuevo elemento que, a partir de ahora, será muy frecuente encontrarlo en mayores o menores proporciones de las preparaciones industriales.

3.4.3. Caracterización de textiles

Las manufacturas textiles elaboradas por la industria textil, sea cual fuere el uso para el que sean destinadas, siempre van a estar sometidas a manipulaciones diversas que, indefectiblemente, producirán ciertos tipos de distorsiones cuya causa primitiva sería su propia naturaleza sobre la que incidirán diversos agentes externos distorsionantes causantes de tensiones que se introducen en el sistema alterándolo. Por lo tanto, es muy importante conocer las propiedades físicas y mecánicas de los tejidos que, obviamente, reflejan las correspondientes a las fibras de que están compuestos los hilos utilizados en su producción.

Las telas destinadas a servir como soporte a una pintura no reciben ningún tratamiento especial que las proteja, en cierto modo, de la agresión externa resultante de las diversas manipulaciones a que ha de ser sometida hasta el momento en que las capas de color son depositadas sobre ella. Considerando que la buena permanencia de la materia pictórica sobre su base depende en gran medida de la idoneidad del tejido que la sustenta, es

fácil deducir la importancia que tiene adquirir el más profundo conocimiento de las características del mismo. Como dice E.

- TASSINARI:

"Antes de emprender ninguna operación con un cuadro, se debiera llevar a cabo una serie de pruebas para 'caracterizar' tanto la pintura como los materiales empleados, a fin de elegir la técnica y los materiales a adoptar, así como el comportamiento futuro de los materiales a emplear" (9)

- Aunque el autor se refiere a la circunstancia concreta de los procesos de restauración de pinturas, su deseo puede tener aplicación en la etapa anterior en el tiempo como es la ejecución del cuadro. Indudablemente no se pretende expresar una recomendación a los pintores en el sentido de que dediquen parte de sus energías creadoras a la investigación sobre los materiales que van a emplear en la ejecución de su obra, pues es algo absolutamente impensable ya que, aparte de que no es ése su cometido, se supone que ese tipo de actuación ha sido llevada a cabo por los fabricantes de los diversos materiales.

Sin embargo, sería muy positivo tener conocimiento de las características físico-químico-mecánicas de los materiales que van a ser empleados en la ejecución del cuadro pues de su bondad depende, en un porcentaje elevado, la durabilidad y estabilidad material que tanta repercusión tiene en el mantenimiento fiel de la estética ideada por el pintor.

En el caso concreto de las telas, pueden llevarse a cabo sobre ellas estudios y pruebas conducentes a caracterizarlas convenientemente para poder enunciar sus cualidades y, poste-

riormente, deducir su grado de adecuación al fin previsto para ellas.

Para llegar a conocer el comportamiento y respuesta de un tejido, es preciso conocer previamente, por una parte, sus características físicas y mecánicas y por otra, su estructura. La conjunción de ambas definirá con exactitud las características del tejido.

Los elementos que integran un tejido pueden verse alterados — por la causa que fuere — y el debilitamiento de uno solo de sus componentes, incluso su rotura, repercute sobre toda la estructura del tejido pudiendo traducirse rápidamente en una amplia lesión. La resistencia del tejido es la resistencia de los materiales filamentosos originales y las cargas o tensiones que éstos soporten, repercuten en todo el tejido. En la estructura textil, el máximo de flexibilidad se alcanza por medio de la introducción de vínculos geométricos que se oponen a las fuerzas de desmembramiento pero no interfieren en medida apreciable con los movimientos individuales legados a la flexión o a otros tipos de deformaciones laterales.

Las fibras textiles tienen, en general, una contextura caracterizada por una disposición ordenada longitudinal de sus macromoléculas, producida en las fibras naturales por el crecimiento de sus tejidos; en las regeneradas, la ordenación de las macromoléculas se debe a deformaciones hidrodinámicas y en las sintéticas, por estirado y tensión a que fueron sometidas durante su fabricación. (ver Cap. I). Este conjunto fibroso

reúne una serie de caracteres físicos más o menos marcados según el tipo de fibra, como es el caso de la presencia de zonas cristalinas y amorfas, huecos y poros intermicelares, anisotropía mecánica y óptica ... Todo ello determina el comportamiento físico-químico de las fibras.

Las fibras textiles, todas ellas, contienen zonas amorfas y zonas cristalinas que pueden ser conocidas por técnicas muy especiales. En las zonas cristalinas, se produce la agrupación paralela de las macromoléculas lineales y en las zonas amorfas el grado de alineación es muy bajo.

De las dos, las que dan consistencia a una fibra son las zonas cristalinas de macromoléculas ordenadas y cuanto mayor sea el número de puntos de contacto en la ordenación paralela de los segmentos moleculares, será mayor la cohesión entre ellas y harán mayor la resistencia mecánica de la fibra. Por el contrario, el exceso de zonas cristalinas daría como resultado una fibra excesivamente rígida y, por lo tanto, muy quebradiza.

Las técnicas adecuadas para realizar el estudio de la estructura de las fibras son la espectroscopia infrarroja y el análisis roentgenográfico principalmente, habiéndose incorporado modernamente otros como la resonancia magnética nuclear y la microscopía electrónica. Así, por ejemplo, con la difracción de rayos-X se puede conocer cómo es la ordenación cristalina a lo largo del eje de la fibra, el tamaño de las cristalitas y, en general, el grado de cristalinidad de la fibra en cuestión. Con la espectrografía infrarroja, por el contrario, se puede preci-

sar la distribución de las moléculas para conocer si están o no ordenadas.

Hay otros datos que contribuyen a determinar con mayor amplitud la estructura interna de la fibra para cuyo conocimiento hay que recurrir a técnicas de laboratorio muy específicas. Se pueden señalar varios que, según indica Martínez de las Marías en "Química y física de las fibras textiles", son:

a) Presencia de sobreestructuras u ordenaciones cristalinas mayores formadas por la agrupación de cristalitas que, al alcanzar un tamaño definido, mayor que el normal, reciben el nombre de "micelas" cuya agrupación conduce a las "microfibrillas" que han sido encontradas en la celulosa (ver fig.8 pag.99) y en algunas fibras químicas (polietileno, poliamidas y poliuretanos).

b) Las esferolitas o zonas cristalinas de disposición esférica que pueden ser vistas con el microscopio electrónico. Aplicando técnicas de rayos-X para su estudio se ha comprobado que los ejes de las macromoléculas lineales están colocados tangencialmente a la esfera pudiendo hacerse visibles con luz polarizada debido a que las zonas cristalinas son birrefringentes viéndose así una cruz axial que es la que determina su posición.

c) Agrupación paralela de laminillas moleculares formadas por pliegue de las cadenas macromoleculares constituyendo monocristales visibles al microscopio electrónico. Estas agrupaciones se disponen escalonadamente o en espiral y se forman al crista-

lizar polímeros fibrilares en disolución.

d) Respecto a las diferencias de comportamiento mecánico y óptico de las fibras, es importante tener en cuenta la anisotropía fibrilar formada como consecuencia del crecimiento de las fibras — dirigido en el caso de las naturales — de la deformación hidrodinámica de las fibras artificiales y de la tensión y estiraje longitudinal de las sintéticas que llegan a formar una textura con anisotropía longitudinal.

Su incidencia se explica si se contempla que la anisotropía de las fibras hace que se produzca una resistencia mayor a la tracción y, por lo tanto, menor alargamiento o elasticidad en el eje principal de la fibra que en la dirección perpendicular a él ya que las fuerzas de cohesión de las macromoléculas y la disposición ordenada y compacta de los segmentos moleculares en los enrejados cristalinos, son más intensos que en sentido transversal.

La ordenación de las cristalitas da mayor solidez a la fibra siendo máxima en la dirección de la orientación como se comprueba al constatar el hecho de que, por ejemplo, en la celulosa regenerada la resistencia transversal es 1/10 de la longitudinal. En las fibras naturales y sintéticas, en las que también se produce la orientación macromolecular a lo largo del eje de la fibra, esta anisotropía, sin embargo, no produce una anisotropía mecánica tan marcada como en las regeneradas.

De todas formas, la resistencia al desgarre es mayor en todas las fibras en sentido transversal que en el longitudinal porque, para que se produzca aquél, hay que romper los enlaces covalentes entre átomos de las cadenas macromoleculares con la necesidad elevada de energía que ello requiere; en el sentido longitudinal es más fácil romper las valencias secundarias que mantienen unidas a las cristalitas.

A causa de la anisotropía de las cristalitas, se produce en las fibras el fenómeno de la "birrefringencia" o doble refracción óptica, por el cual las fibras se comportan ópticamente como cristales uniáxicos, con dos índices de refracción distintos en dos direcciones perpendiculares entre sí. La birrefringencia se determina metiendo las fibras en líquidos de distinto índice de refracción con microscopio de luz monocromática polarizada y para medirla, se toma la diferencia entre ambos índices de refracción.

e) Comportamiento frente al agua y al vapor, sobre todo teniendo en cuenta los procesos de aprestado, tinción y otros de preparación que se hacen en medio acuoso. Las fibras absorben vapor de agua, dependiendo de la naturaleza de cada una la mayor o menor cantidad absorbida, siempre tomando como referencia unos valores de temperatura y HR cuya variación producirá las variaciones en las cantidades de vapor absorbidas por las diferentes fibras. Tomando como referencia un ambiente de 20° C. y 65% HR, se han alcanzado los siguientes porcentajes en el contenido de vapor de agua:

Algodón	8
Lino	9
Cáñamo	9'5
Rayón viscosa	13
Poliéster (Kodel)	0'3
Poliéster (Terylene)	0'5

La anisotropía también juega un papel importante en la variación de los contenidos de vapor de agua puesto que es mayor la sorción en la dirección radial que en la longitudinal pues las moléculas de agua prácticamente solo pueden penetrar en la fibra perpendicularmente a su eje. Al producirse la imbibición se ensanchan los huecos capilares y aumenta el volumen de la fibra produciéndose el típico "hinchamiento" sobre todo en dirección radial. La cantidad de agua imbibida depende de la naturaleza química de la fibra y de su estructura. He aquí algunos datos acerca de los porcentajes de agua imbibida hasta alcanzar la saturación, a 20° C.:

Algodón	40
Rayón viscosa	80
Poliéster	3

(El ejemplo se ha hecho con una fibra de cada grupo).

De entre las características de las fibras textiles, las de orden mecánico son un aspecto muy importante a considerar al afrontar el estudio de un textil por cuanto difieren de unas

fibras a otras ya que no todas reaccionan igual ante la aplicación de fuerzas tendentes a producir variaciones en su aspecto y estructura. Indudablemente esto repercute en el tejido del que forman parte, adquiriendo éste las características recibidas de la naturaleza de las fibras que lo componen.

Desde el punto de vista del comportamiento mecánico de la serie fibra- hilo- tejido, hay que considerar una serie de características importantes:

- Extensibilidad o alargamiento.
- Recuperación elástica.
- Límite de elasticidad.
- Flexibilidad. Módulo inicial.
- Tenacidad. Resistencia a la tracción.
- Deformación ante la tracción.
- Resistencia a la deformación en seco y húmedo.

En cuanto a la resistencia mecánica, tiene gran importancia conocer cuál es la resistencia que ofrece el tejido como consecuencia final de la resistencia de las fibras que integran los hilos de que está compuesto.

En la respuesta de una manufactura textil a las tensiones externas que tienden a deformarla alterando su estado inicial, ocupan un lugar importante los factores químicos que influyen en el proceso de decaimiento de los textiles a nivel molecular que pueden debilitarlos hasta la destrucción.

El decaimiento químico de las fibras textiles puede definirse como las transformaciones sufridas en la morfología estructural de la molécula y, en particular, las causadas por agentes químicos y condiciones ambientales desfavorables y por

fenómenos conducentes al envejecimiento. Es muy importante uno de los caracteres fundamentales del decaimiento químico: la irreversibilidad, fenómeno que afecta a las fibras textiles vegetales compuestas de celulosa y ocurre normalmente, bien como consecuencia de la despolimerización provocada por ácidos o por la oxidación favorecida por el calor y la luz así como por ataques de tipo biológico.

Hay métodos muy sofisticados (10) para medir el nivel de consistencia de las fibras. La observación al microscopio es muy útil porque permite constatar la particular conducta asumida por la sección de rotura de las fibras y los efectos de la degradación mecánica, especialmente asociada a la abrasión. Un estudio en profundidad requeriría una serie compleja de investigaciones que podrían resumirse así:

- Análisis al microscopio de la fracturación y de la morfología de la fibra.
- Resistencia a la tensión.
- Resistencia a la laceración.
- Grado de oxidación.
- Índice de cristalinidad.
- Peso molecular.
- Reabsorción de humedad.
- Identificación de los componentes por cromatografía.
- Análisis colorimétrico del contenido de glucosa (11)

Para contrarrestar el decaimiento químico es indispensable el establecimiento de medidas de control ambiental en aquellos

lugares en que vayan a ser expuestos o almacenados, siempre que se desee prevenir y evitar o retardar, en la medida de lo posible, tal decaimiento agudizado cuando las condiciones climáticas ambientales son agresivas hacia el textil.

Es recomendable que el ambiente se estabilice entre unos valores de 10-20°C y 45-55%HR (12), ya que a 20°C el grado de oxidación es casi el doble que a 10°C y hacia el 65%HR pueden comenzar a desarrollarse mohos y hongos; mayor nivel de HR favorece la supervivencia de algunos insectos.

Otro tipo de factores distorsionantes son las fuerzas tensores que actúan sobre el tejido-fibras produciendo deformaciones. En contraposición a ella juega un papel muy importante la resistencia que las fibras-tejido puedan ofrecer para evitar su deformación o rotura.

La resistencia de una fibra o hilo de una zona de sección transversal especificada, se da normalmente en función de la fuerza ejercida para conseguir la rotura; como dificultad existente en la consecución del valor que exprese esa resistencia son las diferencias que puede haber en las secciones transversales de una misma fibra que, como ocurre en el caso del algodón, puede no ser uniforme.

Al producirse la rotura del hilo o de la fibra como consecuencia de la fuerza de tracción ejercida, se ha producido previamente, motivada por la tensión ejercida, la alteración en la organización interna del mecanismo molecular: las fibrillas macromoleculares se deslizan entre sí con la correspondiente

rotura de los enlaces intermoleculares que son los que las mantienen fijadas en todo el contexto fibroso.

Este deterioro del textil causado por la rotura de los lazos intermoleculares, puede verse incrementado — incluso contemplando la circunstancia de que no llegara a producirse rotura — por un mecanismo activador cuando las moléculas están bajo tensiones permanente.



Fig. 95. Mecanismo de rotura de fibras por tracción (según MARTÍNEZ DE LAS MARÍAS)

Esto se comprueba en los tapices que están colgados largo tiempo ya que se degradan más acusadamente en las zonas altas; la carga no se distribuye equitativamente a lo largo de toda la longitud de los hilos de trama, pero crece progresivamente siendo máxima en las secciones inmediatamente adyacentes al punto de ataque a la zona de suspensión. Tales secciones resultan sobrecargadas y la "fatiga" consiguiente, además del daño físico, favorece el decaimiento químico.

La resistencia mecánica de la fibra depende del tipo de enlace, de su naturaleza química, del grado de orientación de las macromoléculas a lo largo de la fibra — cristalinidad — y de lo compactas que estén las moléculas dentro del conjunto fibrilar. Por eso las fibras sintéticas suelen dar valores elevados de resistencia mecánica a causa de que el proceso de

fabricación incluía una gran orientación molecular obtenida en el estiraje.

También influye en la mayor o menor resistencia mecánica a la deformación, el grado de polimerización de las moléculas ya que, al ser éste menor, disminuye aquélla produciéndose un alargamiento mayor en la fibra-hilo ya que disminuye el número de puntos de cohesión que van a ser escindidos con la fuerza de tracción ejercida.

Por otra parte, el hecho de que las fibras estén secas o húmedas también influye en las variaciones experimentadas en la resistencia mecánica, siendo mayor la de la fibra en húmedo que en seco ya que el agua que ocupa los huecos interfibrilares dificulta el desplazamiento de las fibrillas durante el proceso de tracción.

Veamos algunas tablas de valores ofrecidos por diversos autores:

De P. MARTINEZ DE LAS MARIAS:

FIBRA	EN SECO Kg./mm ² .	EN HUMEDO (porcentaje de la resistencia en seco)
Algodón	30 - 75	100 - 115
Lino	84	105
Cáñamo	90	115
Rayón viscosa	20 - 35	50 - 60
Poliéster	45 - 70	100

De S. LANDI:

FIBRA	TENACIDAD	RECUPERACION ELASTICA DEL 2% DE EXTENSION	EXTENSIBILIDAD	MODULO INICIAL
Algodón	3-4'9 g/den	74%	3 - 7%	4 - 7 N/Tex
Lino	2-7 g/den	No se conocen cifras.	3%	18 N/Tex

De G. CAPRON:

ENSAYOS MECANICOS	ALGODON	LINO	CAÑAMO	RAMIO
Resistencia a la tracción	12	25	36	100
Alargamiento a la rotura	100	66	75	100
Resistencia a la torsión	400	80	95	100
RECUPERACION DE HUMEDAD:				
	Algodón			8'5%
	Lino			10-12%
	Cañamo			12%
	Yute			13%
	Rayón viscosa			14%

3.4.4. Identificación de fibras textiles

El examen microscópico es un método fácil para identificar las fibras que presentan características visuales manifiestas, examen que se debe completar con las pruebas y ensayos adecuados a la identificación de los textiles.

Las muestras se estudian al microscopio con luz transmitida. El lino, cáñamo, yute y sobre todo el algodón, aparecen coloreados. A través del aspecto longitudinal, se puede reconocer, generalmente, el algodón o una fibra del grupo lino, cáñamo y yute entre las fibras naturales vegetales aunque, para distinguir cabalmente a éstas, hay que recurrir a exámenes del corte transversal.

Las características de la torsión, la resistencia de los hilos, son operaciones que sólo pueden realizarse en laboratorios por especialistas. Sería deseable poder recurrir a éstos cuando se emprende un estudio conjunto sobre un cuadro o con motivo de una restauración, ya que los métodos científicos de análisis son cada vez más complejos y más exactos y es importante poder utilizarlos, llegado el caso, para poder resolver un problema de tecnología o para sostener un diagnóstico.

La metodología a seguir en la identificación de fibras, aparece expuesto en diversas publicaciones especializadas en el tema de la investigación textil de cuyo estudio puede llegar a establecerse un esquema de lo que sería un proceso completo tendente a conseguir la total identificación de una muestra textil. Las pruebas se escalonan partiendo de la simple observación directa hasta llegar a técnicas de análisis más o menos sofisticadas para resolver los problemas de identificación en ciertas circunstancias que la hagan especialmente complicada.

El primer paso que hay que dar, antes de iniciar pruebas más concretas, es diferenciar el origen de la fibra en cues-

ción; es decir, si se trata de una fibra animal o vegetal. Aunque aquí se va a tratar exclusivamente de las fibras celulósicas (vegetales), es interesante apuntar siquiera brevemente, algunas pruebas sencillas para diferenciar previamente las fibras celulósicas de las proteicas:

1.- Quemar uno o varios hilos tomados del tejido. El resultado será el siguiente:

Las fibras animales

-

- a) Arderán con dificultad cuando se acercan a la llama
- b) Huelen a pelo quemado (olor de la queratina)
- c) Se retuercen antes de comenzar la combustión

Las fibras vegetales

- a) Arden rápidamente
- b) Huelen a papel quemado (olor de la celulosa)
- c) Dejan un esqueleto grisáceo muy ligero

2.- Hervir los hilos en lejía o sosa cáustica al 6-8% durante unos minutos con el siguiente resultado:

- Las fibras animales se disuelven por completo
- Las fibras vegetales no se alteran aparentemente

3.- Prueba de secado-torsión. Observar el movimiento que adopta la fibra cuando se seca (previamente se la había introducido en agua caliente durante unos minutos). Para hacer la observación se toman las fibras con una pinza

dejándolas secar al aire. Para las fibras vegetales el resultado será el siguiente:

LINO: Se mueven en el sentido de las agujas del reloj.

CAÑAMO: Se mueven en el sentido opuesto a las agujas del reloj.

ALGODON: Se retuercen alternativamente en ambas direcciones

4.- Reactivo de MILLON. Es específico para proteínas puesto que se colorean en rojo mientras que las vegetales no se colorean.

Para proceder al estudio de las muestras obtenidas de fibras textiles, es necesario proceder con cierto orden o sistema para que puedan ser consideradas válidas y representativas del conjunto que se desea estudiar. Así, poco a poco se van incluyendo pruebas de diversa índole que van suministrando los datos necesarios que conducen a la identificación definitiva de la muestra en estudio. Las pruebas de reconocimiento de las fibras, útiles para determinar además las condiciones mejores y los tratamientos adecuados para su conservación, pueden ser conducidas con numerosos métodos (13):

- la observación directa.
- el examen con lentes de aumento.
- la combustión.
- la microscopía (con varias técnicas microscópicas),
- las pruebas de solubilidad.

Antes de proceder a aplicar cualquier método de identificación, hay que cuidar ciertos preliminares para facilitar el proceso de identificación. En primer lugar, las fibras deben estar bien disociadas habiendo sido despojadas de cualquier sustancia que las impregne, como pueden ser colas, pastas u otras sustancias frecuentes sobre las telas que han sido sometidas a reentelados u otros procesados propios de las técnicas artísticas. En las muestras tomadas de un cuadro, es corriente que sólo tengan unos milímetros de longitud.

Los métodos más usuales en la identificación de fibras textiles son la microscopía y las pruebas de solubilidad.

3.4.4.1. Identificación microscópica

La microscopía óptica juega un papel muy importante en las técnicas de investigación en el campo de las obras de arte, tanto para profundizar en su estudio y conocimiento material, como para promover y perfeccionar las técnicas adecuadas a su conservación y restauración.

En el marco de este trabajo no se pretende exponer un estudio específico de la microscopía sino que se trata, simplemente, de esbozar brevemente los principios fundamentales que rigen su funcionamiento para entender la aplicación que se ha hecho de este elemento de investigación.

En el caso concreto que nos ocupa, cual es la identificación de fibras textiles, cumple una función muy importante

- puesto que la identificación microscópica de las mismas puede ser determinante para conseguirla. El instrumento que lo hará posible es el microscopio, aparato que permite observar objetos no perceptibles a simple vista gracias a un sistema óptico compuesto de lentes de cristal que, al ser atravesadas por la imagen del objeto, la agrandan.

- El sistema más sencillo sería el "microscopio simple" llamado así a toda lente biconvexa o planoconvexa, pequeña o gruesa, que amplía los objetos: son las "lupas" de las que existen muchas variedades. Con el microscopio simple no se consiguen aumentos elevados de un objeto, como por ejemplo, que sean superiores a 10X.

- Pero combinando adecuadamente varias lentes ya entramos en el "microscopio compuesto" o simplemente "microscopio" capaz de aumentar considerablemente la imagen real de un objeto formada en primer lugar. En efecto, la combinación de dos lentes convergentes, una próxima al ojo del observador u ocular que actúa como microscopio simple y otra próxima al objeto u objetivo, combinadas adecuadamente para alcanzar los aumentos deseados según los fines perseguidos en la observación, nos permitirán conseguir el resultado buscado.

He aquí un sencillo esquema que nos ofrecen M. MATTEINI y A. MOLES:

El microscopio consta de tres elementos fundamentales:

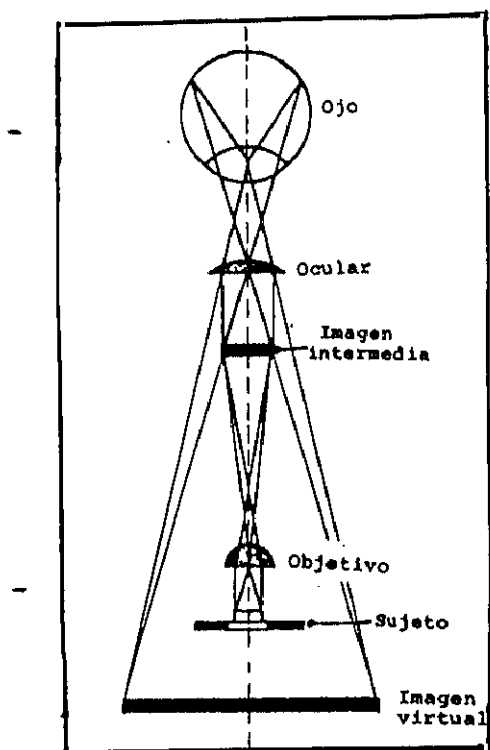


Fig. 96. Esquema del microscopio compuesto

a).- El pie, pieza maciza que asegura la estabilidad del aparato sirviendo, además, como apoyo para el resto de los componentes del mismo.

b).- La platina o pieza metálica redonda o cuadrada destinada a servir de soporte de las preparaciones, con un orificio circular en el centro para permitir el paso de los rayos luminosos procedentes del sistema de iluminación del aparato.

La preparación se sujeta a la platina por dos palanquitas o por un reborde en forma de escuadra y pestillo; de cualquier modo, se trata de impedir que la preparación se mueva.

c).- El tubo donde está instalado el sistema óptico formado por dos cuerpos: uno externo que contiene la cremallera y el ocular y el interno adosado al anterior donde va instalado el objetivo. Es normal encontrar ya aparatos binoculares que hacen más fácil la visión con los dos ojos unidos a revólveres porta-objetivos que permiten cambiar de objetivo sin desenfocar la preparación.

El poder de aumento de un microscopio está directamente relacionado con la longitud del tubo que porta el sistema

óptico (distancia entre el lugar donde se aloja el objetivo y el extremo superior).

Los elementos más importantes del microscopio son, indudablemente, el objetivo o primer sistema de lentes que forma una imagen real, derecha y aumentada del objeto y el ocular o segundo sistema de lentes colocado a la distancia oportuna para formar una segunda imagen virtual, invertida y nuevamente agrandada y corregidos los defectos o "aberraciones" existentes en la primera imagen real.

El sistema de objetivos está formado por la reunión de varias lentes atornillada a la parte inferior del tubo o al revólver portaobjetos. La lente inferior se llama "lente frontal" estando a su cargo la mayor o menor ampliación, detrás de ella hay otras que corrigen aberraciones cromáticas o esféricas.

Hay varios tipos de objetivos:

- "en seco", llamados así porque entre la lente frontal y el cubreobjetos sólo hay aire. Son los de menos aumentos.
- "de inmersión", ya que entre la lente frontal y la preparación se interpone un líquido que, dado su índice de refracción, produce más luminosidad. Son objetivos de gran aumento y necesitan gran luminosidad y un condensador.
- "apocromáticos", que permiten corregir el espectro secundario al estar acromatizados para tres rayos del espectro: el

rojo, el azul y el

Todo objetivo ha de tener tres cualidades: poder definidor, poder penetrante y poder resolvente. El primero permite presentar los contornos de la imagen con limpieza y corrección; con el segundo se pueden observar, sin variar el enfoque y con el detalle necesario, planos del espesor de una preparación y con el tercero se pueden apreciar pequeños y sutiles detalles de estructura.

Es aconsejable el uso de cuatro objetivos, todos "en seco". Suelen designarse por sus aumentos seguidos del signo de la multiplicación \times . Los cuatro van montados sobre un revólver cuádruple o pieza giratoria con varias ramas o brazos que permite traerlos a voluntad y de forma instantánea al eje del tubo sin perder tiempo en atornillar y desatornillar. Los objetivos son los siguientes:

objetivo 5X

objetivo 10X

objetivo 30X

objetivo 60X

El objetivo medio "30X", de uso muy frecuente, ya es suficiente para distinguir las diversas clases de fibras permitiendo, por consiguiente, una determinación cualitativa.

El objetivo "60X", mucho más fuerte, queda reservado para la comprobación de detalles. EL principiante tiende a hacer uso frecuente de él pero no es aconsejable este proceder porque

- hace perder mucho tiempo y produce mucha fatiga visual mientras que el observador experimentado rara vez se sirve de él porque ha aprendido previamente a reconocer las fibras por su aspecto de conjunto, por sus dimensiones y coloración antes que fijarse en sus menudencias particulares.

Los oculares son dos lentes separadas por un diafragma montadas en la extremidad superior del tubo denominándose la superior "lente ocular" y la inferior "lente de campo".

- Los oculares corrientes también se denominan por sus aumentos siendo los de uso más frecuente:

ocular 6X

ocular 8X

El aumento del microscopio es igual al producto de multiplicar el aumento propio del objetivo por el aumento propio del ocular con lo que la asociación de los cuatro objetivos con los dos oculares citados se obtienen los ocho aumentos siguientes:

	<u>Ocular 6X</u>		<u>Ocular 8X</u>	
Objetivo 5X	30X	.....	40X	
Objetivo 10X	60X	.....	80X	
Objetivo 30X	180X	.....	240X	
Objetivo 60X	360X	.....	480X	


Sería fácil aumentar considerablemente los aumentos del microscopio pues bastaría con emplear oculares más fuertes pero no es recomendable actuar así. La verdadera potencia de un

- microscopio reside en los objetivos que son los que dan del objeto una imagen real y fuertemente coloreada que puede - proyectarse a voluntad sobre una pantalla, plasmarla en una película fotográfica o examinar agrandándolo con esta lupa un tanto particular llamada "ocular" en cuyo caso la imagen virtual obtenida es más grande que la imagen real pero está menos iluminada y no contiene más detalles.

- A medida que se aumenta la potencia del ocular se ve más agrandado pero cada vez menos neta llegando un momento en que - la ampliación deja de ser ventajosa. Por otra parte, lo que es aún más grave, los oculares fuertes son muy fatigosos para la vista.

Algunos autores recomiendan el uso casi exclusivo del ocular 6X que, siendo muy débil o de bajo aumento, permite un trabajo prolongado ya que es muy luminoso.

Dentro del abanico de posibilidades de aumento, se pueden hacer dos grupos principales:

- — "bajo aumento" que se extiende de 10 a 40X, muy útil cuando se precisa de una observación preliminar que aporte datos no visibles a simple vista, observación de reacciones microanalíticas para el reconocimiento de pigmentos y aglutinantes.
- "fuerte aumento" que abarca de 15X a 500X reservado para la observación de detalles más concretos con muestras en láminas delgadas.
- 

Para aumentos mayores se precisa el microscopio electrónico. Otro aspecto importante del microscopio es el sistema de iluminación ya que es necesario que el objeto se ilumine para que pueda ser observado.

Hay dos tipos de iluminación que dan lugar a dos técnicas distintas de observación:

- a) Con luz transmitida: la luz atraviesa las muestras a observar. En este caso la iluminación va situada debajo de la platina y la observación se hace por transparencia lo que obliga a que la muestra sea de un espesor mínimo, de algunas micras, casi transparente. El agrandamiento entra dentro del grupo de "fuerte aumento" pero son pocas las materias que, en el campo de las obras de arte, se pueden acomodar a este tipo de observación por lo que la mayoría de ellas se realizan con
- b) Luz reflejada: la luz se refleja en la superficie de la muestra sin atravesarla.

En cualquiera de los dos casos, la luz debe incidir en el objeto a estudiar lo cual se consigue con otro elemento importante de la óptica del microscopio: el condensador o sistema de lentes capaces de condensar el haz especialmente en los microscopios de fuerte aumento.

El tipo de iluminación más comunmente usado en los microscopios modernos es, como indican los dos autores antes citados,

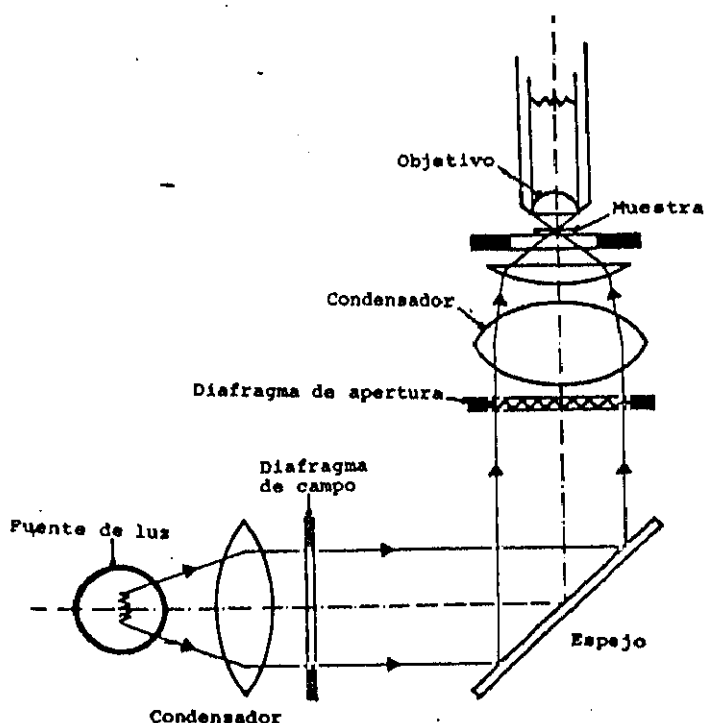


Fig. 97.- Recorrido de los rayos según Köhler

el llamado "según Köhler" de cuyas ventajas hay que destacar la uniformidad de la luz sobre el campo y mejor rendimiento de condensador y objetivo.

De entre los diversos tipos de microscopios existentes, interesa mencionar el microscopio de polarización que permite la observación con luz polarizada.

En un microscopio de fuerte aumento e iluminación transmitida, el objeto, como ya se ha dicho, es prácticamente transparente pero también contiene algunos elementos más o menos opacos. La luz que no golpea la muestra o atraviesa las partes transparentes, constituye el fondo que normalmente es claro por lo que hay que hablar de observación en "campo claro". Por otra parte, a estos rayos que atraviesan directamente la muestra y que forman una "imagen primaria", el objeto origina en cada punto golpeado por la luz, bandas de ondas secundarias o "imagen secundaria", debido al efecto de difracción.

Suprimiendo la imagen primaria (haciendo llegar a la muestra solamente rayos muy oblicuos) se obtiene una imagen del objeto luminoso sobre fondo negro. Entonces tenemos la observación en "campo oscuro".

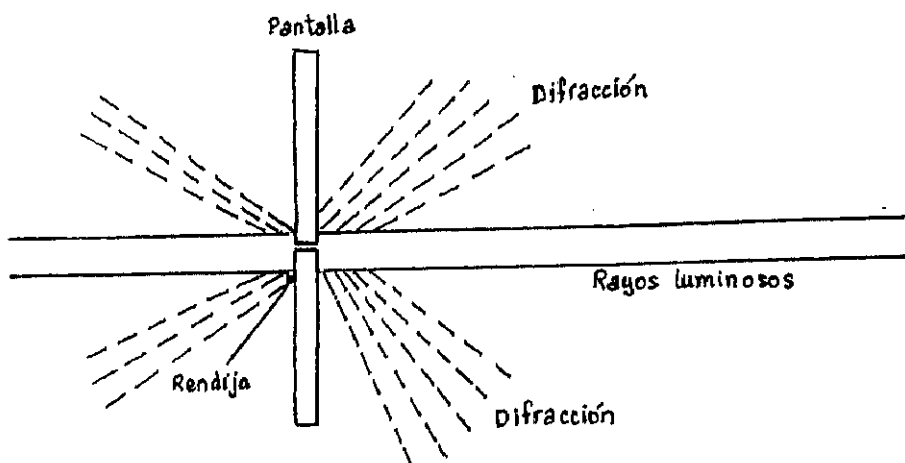


Fig. 98.- La difracción es una desviación que se produce en ondas de cualquier tipo cuando pasan el borde de un objeto opaco. En óptica, la difracción de los rayos luminosos produce franjas llamadas "franjas de difracción" en los contornos de la sombra.

- Ambos tipos de observación tienen algunos inconvenientes para la observación de muestra de materiales provenientes de obras de arte como, por ejemplo, iluminación insuficiente del campo oscuro o multiplicidad de reflejos que ofuscan la observación de detalles con el campo claro, por lo que existe una solución intermedia por medio de la cual se conserva gran parte de la luminosidad del campo claro iluminando los reflejos innecesarios: la observación con luz polarizada con la que se consigue un objeto bien iluminado con campo oscuro.
- Con la luz polarizada y la ayuda de filtros polarizadores se consigue eliminar de un haz la luz normal, las oscilaciones que se producen en todos los planos excepto en uno a lo largo del cual dejan pasar la luz polarizada. Colocando un segundo filtro polarizador llamado "anализador", orientado de la misma forma que el primero, el haz de luz polarizada puede pasar completamente solo. Si, por el contrario, el analizador se gira 90° respecto al polarizador, ninguna luz polarizada logrará

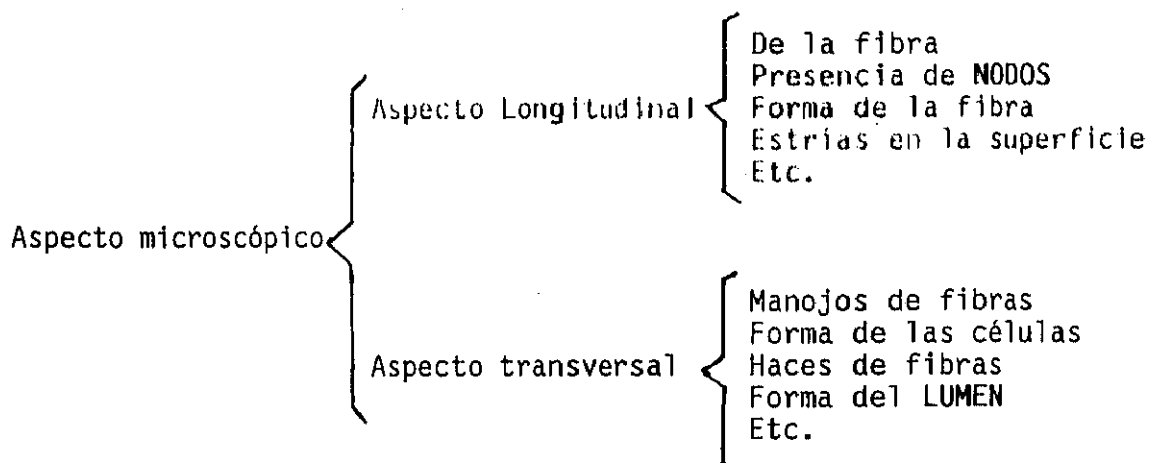
atravesarlo en cuyo caso se dice que se da la exposición de extinción o con "nícoles cruzados" (Se llama "nicol" a un prisma con el que se analiza y consigue luz polarizada). Tendremos así campo oscuro en el que se destacarán las sustancias que presentan el fenómeno de la birrefringencia con caracteres especiales de coloración y luminosidad poniéndose en evidencia la estructura íntima de minerales opacos sin ayuda de reactivos. Son los microscopios usados en Mineralogía y Petrología también adecuados para la observación de fibras textiles.

Respecto a luz polarizada, las sustancias se comportan de dos formas distintas: isótropas y anisótropas.

Las sustancias isótropas tienen propiedades ópticas en todas las direcciones y con nícoles cruzados aparecen oscuras sin que la rotación antes mencionada para orientar el material, produzca variaciones sobre la luz polarizada.

Por el contrario, las sustancias anisótropas — que constituyen la mayoría de las sustancias cristalinas y de algunos elementos coloidales — muestran cualidades ópticas diferentes en distintas direcciones por lo que reciben el nombre de "birrefringentes" o de "doble refracción". Esto referente a cambios de coloración producidos en la materia observada que se suceden con un cierto orden (escala de Newton) siendo elemento de diferenciación y de identificación.

El objetivo de la observación microscópica es conseguir la identificación de la fibra a través de los siguientes datos:



La estructura de las fibras y sus dimensiones, principalmente el ancho — ya que la longitud original se va acortando por el proceso de refino — son elementos de juicio más importantes para determinar la naturaleza de las fibras procedentes de materiales textiles. Otro factor importante es la coloración que toman con el reactivo. Más adelante se trata de los reactivos más usuales para este menester.

Para profundizar y complementar, en caso de necesidad, el resultado de la observación microscópica, se pueden realizar varias pruebas adicionales como son:

- De la torsión de la fibra.
- Examen de la sección transversal = grosor en micras.
- De Billingham: para distinguir ABACA DE sisal.
- Examen del tejido epidérmico = para distinguir CAÑAMO y SUNN.

Examen del aspecto longitudinal

Son abundantes y variados los datos obtenidos del examen del aspecto longitudinal de las fibras que se refieren a los siguientes elementos de las mismas:

1. El grosor de la pared celular (puede cambiar a lo largo de la fibra).
2. Presencia de "nodos" o marcas transversales (son típicas de algunas fibras bastas).
3. Escamas, circunvoluciones o irregularidades de tamaño y forma a lo largo del eje longitudinal.
4. Estrías a lo largo del eje.
5. Irregularidades de tamaño y forma a lo largo del eje longitudinal.
6. Diferencias de color.

Examen de la sección transversal

Proporciona información acerca de:

7. Existencia de "haces" o "manojos" de fibras, o ausencia de los mismos.
8. Forma de la sección de fibras aisladas = puede ser +/- poligonal; raramente redonda.
9. Diferencias en la forma de la sección transversal.
10. Del lumen = forma y amplitud.
11. Se aprecia la anchura del lumen (puede desaparecer totalmente en parte de la fibra).
12. Del grosor de la pared celular.
13. Partículas de agente de mateado o deslustrado.

La presencia de dos puntos distintos (o tres si se refiere a los puntos 6 y 13) es prueba de que hay más de un tipo de

fibra. Si la muestra sólo tiene un tipo de fibra, el procedimiento para realizar las pruebas corresponde al de "IDENTIFICACION DE FIBRAS HOMOGENEAS". Si hubiese varias fibras distintas, habría que aplicar el procedimiento de "IDENTIFICACION DE MUESTRAS NO HOMOGENEAS = MEZCLAS".

Pruebas complementarias

- a) Torsión de la fibra. Ya ha quedado expuesto anteriormente.

Resultado: Fibras que siguen el sentido de las agujas del reloj o ↙ S: LINO - RAMIO.

Fibras que siguen sentido contrario a las agujas del reloj o ↘ Z: CAÑAMO - YUTE - ABACA.

Retorcimiento irregular en direcciones opuestas = ALGODON.

Condiciones de la muestra: Fragmentos de 2,5 cms. de largo.

Separar trama de urdimbre.

- b) Examen de la sección transversal. Se preparan las muestras con el microtomo para ser observadas al microscopio. El grosor es de 2 a 10 micras. (Se montan en parafina líquida para las celulósicas).

Resultado para manojos de fibras: Ver el número de fibras de cada manojo así como su forma.

- c) Prueba de Billingham. Es una prueba encaminada a diferenciar las fibras de ABACA Y SISAL.

- d) Examen del tejido epidérmico. El tejido epidérmico se presenta como fragmentos adheridos a la fibra. Se pueden

examinar de la siguiente forma:

- Agitar y fregar la fibra para eliminarlos.
- Eliminar el retorcimiento del hilo.

Las partículas producidas se recogen y se colocan en el portaobjetos añadiendo una gota de agua o parafina líquida situándolo después en la parte superior de un cubreobjetos. Esta prueba es la adecuada para distinguir CAÑAMO y SUNN: las células del cañamo son de pelos cortos y pigmentados.

- e) Examen de las cenizas. Las cenizas revelan presencia de estructuras cristalinas que pueden ser útiles para la identificación de la fibra. La no presencia de ellas no es concluyente ya que suelen formar parte de otros tejidos que se adhieren a las fibras y que desaparecen con los sucesivos procesos a que son sometidas las fibras.

La formación de cenizas se efectúa sobre una pieza de mica con una pequeña llama. La ceniza se traslada al portaobjetos con un cubreobjetos encima empleando como aglutinante, agua o preparación permanente, añadiendo simplemente Bálsamo del Canadá.

Los cristales adquieren varias formas:

Agrupados = CAÑAMO - RAMIO - URENA

Solitarios = YUTE

En forma de vara = SISAL

Trozos silícicos = ABACA - CORTEZA DE COCO

f) Exámen de la longitud de las fibras elementales.-

Tomando varios mechones de fibra, se estiran y mezclan para conseguir una muestra homogénea de la que se prepara un fragmento de 2 gr. de peso y que es sometido a un tratamiento de varias soluciones y lavados para conseguir que se separen bien. Seguidamente se tiñen con AZUL METILENO ACUOSO al 1% y colocadas en el portaobjetos, bien separadas.

Para medir longitudes = 50 X. Regla milimétrica para fibras cortas y rectas.
Medidor de mapas para fibras largas.

Para medir diámetros = 300 X. Regla milimétrica..

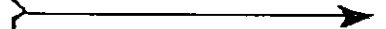
Seguidamente vemos a través de varios cuadros, la identificación de fibras tomando como base las técnicas microscópicas expuestas anteriormente. Las características del algodón y de la celulosa regenerada quedan expuestas en un cuadro independiente.

IDENTIFICACION MICROSCOPICA

FIBRA	TORSION		LONGITUD (En mm.)	DIAMETRO (micras)	DENSIDAD
	S	Z			
ALGODON	-	-	De 12-20 a 28-36 (Segun las especies)	14'5-22/11'5-13 (Varían según las especies)	Blanqueado: 1'55 Mercerizado: 1'54 Acetilado: 1'40 a 1'50
LINO	x	-	27'4 - 36'1	17'8 - 21'6	1'50
CAÑAMO	-	x	8'3 - 14'1	17'0 - 22'8	1'50
YUTE	-	x	1'9 - 2'4 (Corchorus capsularis)	16'6 - 20'7	1'50
	-	x	2'3 - 3'2 (Corchorus olitorius)	15'9 - 18'8	
RAMIO	x	-	Menos de 50 mm.	28'1 - 35'0	1'55

IDENTIFICACION MICROSCOPICA

ASPECTO LONGITUDINAL - SECCION TRANSVERSAL

FIBRAS	ASPECTO LONGITUDINAL	SECCION TRANSVERSAL	CARACTERISTICAS DEL LUMEN Y PAREDES CELULARES	
			ABERTURA Y PARED CELULAR	POZOS
De FRUTO	Manojos de filamentos elementales o mezclas de manojos de varios tamaños. Fibras elementales solas Frecuente: nodos y dislocaciones en las fibras elementales.	Manojos: son frecuentes los compuestos de forma poligonal.		Bordeados en forma de embudo vistos de perfil.
De TRONCO				
De HOJAS				
ESPECIES:				
Corchorus capsularis ...			Abertura de anchura variable, a menudo cambiando regularmente a lo largo de la longitud completa de la célula.	Similares a una rendija, paralelos al eje largo de la célula, a veces soldándose.
Corchorus olitorius				
Hibiscus cannabinus				
Hibiscus sabdariffa ...				
Cannabis sativa	Más basta que el lino. Difícil de identificar.		Pared celular estriada. Abertura más común: 3 a 5 veces la amplitud de la pared celular.	
Linum usitatissimum	Regular. Lisa. Brillante.	Lumen reducido. Forma de célula poligonal.		
			Pared celular ocasionalmente estriada. Gruesa pared celular. Abertura estrecha regular.	

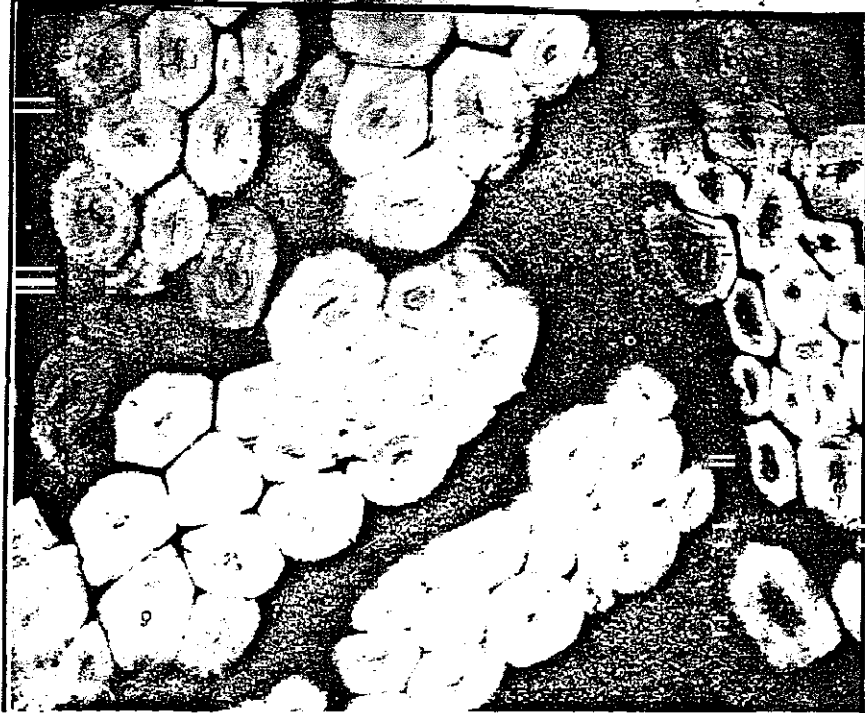
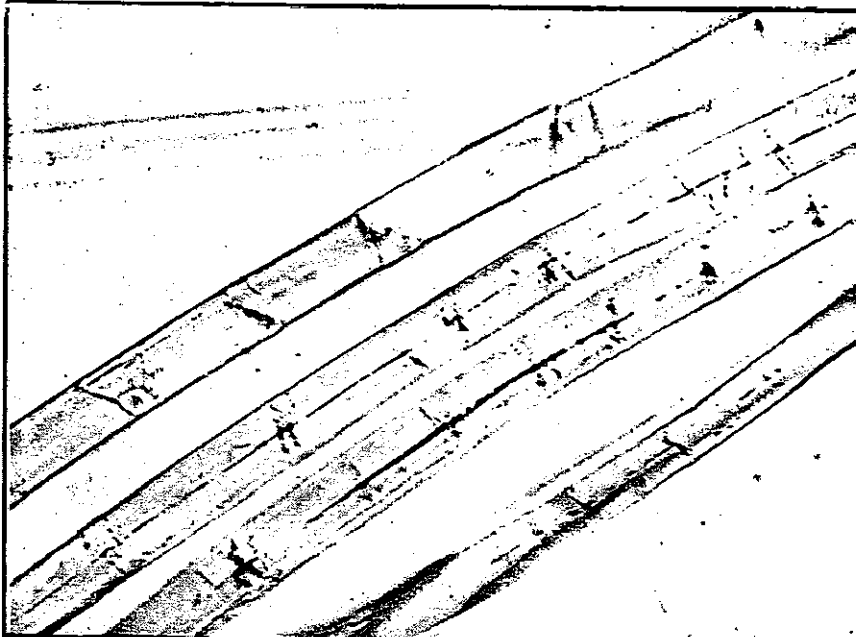
UNA COMPARACION ENTRE CAÑAMO - LINO

ESPECIES	CARACTERISTICAS DE LAS CELULAS DE FIBRA				CARACTERISTICAS DE LOS TEJIDOS ASOCIADOS CON ESCLEERENQUIMA	
	ABERTURA	POZOS	CRUCES	CRISTALES	CABELLOS	ESTOMAS
Cannabis sativa (CAÑAMO)	---	---	Más frecuentes que en lino.	Cadenas cortas de grupos de cristales (3/4).	Cortos, unicelulares, verrugosos o con cristolitos. A veces con un rosetón de células de epidermis.	Anomocíticas. Elementos de látex.
Linum usitatissimum (LINO)	Gruesa pared celular. Estrecha abertura regular.	Muy finos, difíciles de ver.	Raros. Cuando aparecen, a menudo están a lo largo de toda la célula de fibra.	Ninguno.	Ninguno.	Paracíticos.

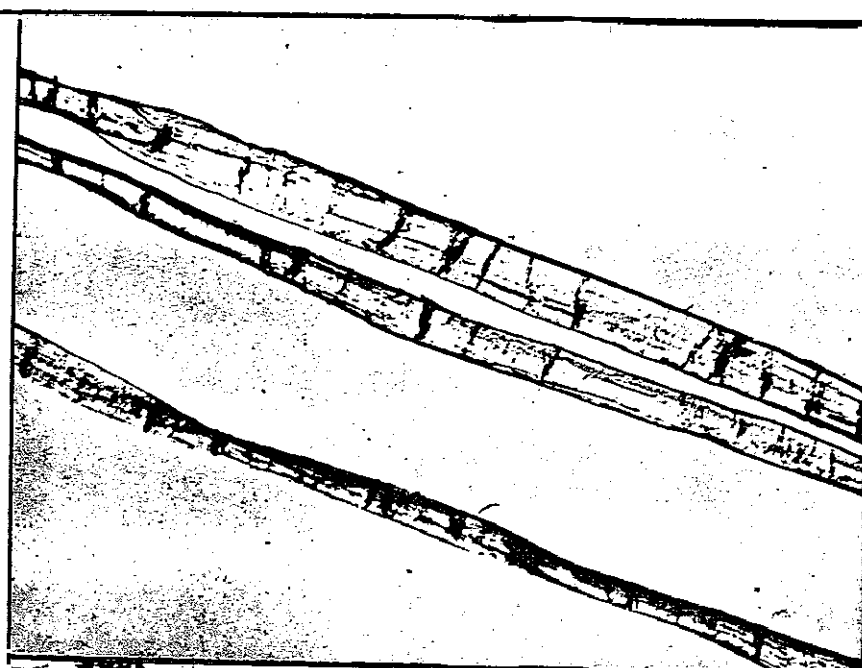
La identificación microscópica de LINO-CAÑAMO no suele ser fácil porque ambas fibras presentan muchas similitudes. No obstante, se pueden establecer las siguientes diferencias que ayudan a aclarar su identificación:

- ASPECTO LONGITUDINAL: Los "nodos" o cortes transversales del lino adoptan una forma cercana a X lo que no se da en el cañamo. Además, en el lino los nodos se reparten con bastante regularidad a lo largo de la fibra mientras que en el cañamo, los tabiques divisorios están situados unos otros a distancias no regulares.
- SECCIÓN TRANSVERSAL: La forma de las células del lino es claramente poligonal (5-6 lados) con ángulos bastante definidos. En la célula del cañamo se pierde tal definición adquiriendo una forma más redonda dentro del esquema poligonal.

LINO



CAÑAMO



IDENTIFICACION MICROSCOPICA

IDENTIFICACION POR CRISTALES DE SILICE EN MUESTRAS ENCENIZADAS

ESPECIE	CRISTALES
Corchorus capsularis.....	{ Cristales cúbicos en cadenas, a veces mezclados con grupos ocasionales de cristal.
Corchorus olitorius.....	
Hibiscus cannabinum.....	{ Grupos de cristales en cadena. Grupos sueltos de cristales.
Hibiscus sabdarifa.....	
Cannabis sativa.....	Solo cristales cúbicos romboideos <u>muy</u> ocasionales en algunas muestras
	Grupos de cristales en cadenas cortas, con frecuencia 3 ó 4 juntas.
	Grupos de cristales sueltos.
	Cristales cúbicos o romboideos <u>muy</u> ocasionales en algunas muestras.
Linum usitatissimum.....	No se han visto ni constatado cristales.

IDENTIFICACION MICROSCOPICA

REALIZACION DE CRUCES EN CELULAS DE FIBRA Y CELULAS DE TEJIDOS

DIFERENTES A LA ESCLERENQUIMA

ESPECIE	MATERIAL EXTRAÑO	REALIZACION DE CRUCES
Corchorus capsularis..	Escaso. Principalmente parénquima, a veces con cristales cúbicos o agrupados. Vasos muy ocasionales.	Pocos débiles. Marcas ocasionales de células enclaustradas. Bordes festoneados en células de fibra.
Corchorus olitorius...		
Hibiscus cannabinum...	Muy ocasionales bloques de clorénquima en algunas especies. Parénquima. Grupos de cristales libres o en células. Algunos elementos Vasales.	Pocos, débiles. Marcas ocasionales de células enclaustradas. Bordes festoneados en células de fibra.
Hibiscus sabdarifa ...		
Cannabis sativa	Elementos de látex en fibra sin maceras. Parénquima de varios tipos. Grupo de cristales libres o en células. Pelos. Epidermis. Más raramente, bloques de tejido y elementos de xilema.	Variables. Algunas células, con marcas regularmente espaciadas en cada especie. Marcas de células enclaustradas. Varias series en una célula de fibra. Más frecuentemente en el lino. Restos ocasionales de células unidas por las marcas.
Linum usitatissimum...	Epidermis con pelos, papilas cónicas. Parénquima. Elementos de xilema.	Epidermis con pelos, papilas cónicas. Parénquima. Elementos de xilema. Marcas de células enclaustradas. Varias series en una célula de fibra. Más frecuentemente en el lino. Restos ocasionales de células unidas por las marcas.

IDENTIFICACION MICROSCOPICA DE ALGODON Y CELULOSA REGENERADA (VISCOSA)

FIBRA	ASPECTO LONGITUDINAL	SECCION TRANSVERSAL
Algodón	<ul style="list-style-type: none"> Fibras separadas. Aplanadas. Forma de cinta retorcida. Bordes engrosados. Extremos redondeados y la base irregular y rasgada. Vueltas de torsión con cambio de giro. Canal grueso. Algunas fibras (las verdes), tienen paredes delgadas y algunos retorcimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> Alargada. Aplanada. Forma de alubia o arriñonada. Lumen paralelo a la dirección más larga. Algunas de las fibras verdes son de paredes muy delgadas.
Celulosa regenerada o Viscosa	<ul style="list-style-type: none"> Consistente. Diámetro uniforme. Ausencia de interrupciones estructurales a lo largo de la fibra. Si hay estrías, se distribuyen a través de la masa. 	<ul style="list-style-type: none"> Bastante uniforme dentro de su tipo. Formas posibles: redonda, redondeada, aplanada, de alubia, serrada, plegada, hueca.

Después de esta primera observación al microscopio se podrá constatar, si la fibra en estudio es homogénea si es no homogénea, es decir, compuesta por dos o mas fibras distintas.

Para complementar, si fuera necesario, el estudio sobre las muestras, se realizan una serie de pruebas estructuradas para cada uno de los dos casos:

A) Pruebas para muestras homogéneas.

A.1. Pruebas preliminares por calentamiento = ver el comportamiento de la fibra.

- 1º. Acercar la muestra a una llama pequeña no luminosa.
Observar si hay fusión o contracción.
- 2º. En placa caliente colocar la fibra sobre un cristal de nitrato potásico y calentar a 337-339°C. Observar si las fibras se funden o se carbonizan.
- 3º. Situar las fibras en una llama muy débil no luminosa.
Observar si arden y notar el olor de vapor desprendido.

De esta prueba se desprende la naturaleza de las fibras según sean de proleína, celulosa tratada con resinas, termoplásticas a baja temperatura, asbesto, vidrio, etc. Los resultados para fibras de CELULOSA y de CELULOSA REGENERADA son:

1º. Prueba de acercamiento a la llama:

- Ni encoge ni funde.

2º. Prueba de la placa cubierta.

- Se carboniza por debajo de 337°C. No funde.

3º. Prueba en la llama:

- Arde fácilmente con olor a papel quemado. Deja una pequeña cantidad de cenizas. Si la celulosa tiene un acabado ignífugo, arde peor y se apaga al retirar de la llama; el residuo es, con frecuencia, un esqueleto negro de la forma primitiva.

A.2. Pruebas preliminares para las fibras termoplásticas a baja temperatura.

1º. Determinar la presencia de NITROGENO: prueba de "cal soldada". Se realiza así: Poner fibras en un tubo de combustión tapándolo con cal sodada. Colocar algodón o lana de vidrio para evitar salpicaduras. Calentar fuertemente el tubo y observar el vapor: si es alcalino contiene AMONIACO y la fibra tiene NITROGENO.

2º. Determinar la presencia de CLORO: prueba de Beilstein. Proceso: Con un mechero Bunsen, calentar hilo de cobre hasta que desaparezca la coloración verde. Retirando el alambre de la llama, con el extremo caliente se tocan las fibras hasta que algunas se adhieran a él. De nuevo introducir en la llama: si ésta se vuelve verde, hay CLORO en la fibra.

Los resultados pueden ser, después de aplicar las dos pruebas:

a) SIN cloro y SIN nitrógeno. Si la muestra es insoluble en:

- Acetona acuosa al 70% v/v.	}	ES POLIESTER. Para ver el tipo de poliéster hay que determinar el punto de fusión de la fibra.
- Acido acético glacial		
- Acido clorhídrico 5N a 65°C.		
- Xileno comercial a ebullición		

b) CON cloro y CON nitrógeno	}	Para fibras modacrílicas (No poliéster)
CON cloro y SIN nitrógeno		
SIN cloro y CON nitrógeno		

Para cloruro de Polivinilo (No poliéster)

Para nylon, poliuretano, elastómeros y caucho. (No poliéster)

B) Para muestras no homogéneas: mezclas.

El método más seguro para conseguir averiguar si hay más de

un tipo de fibras, es el microscópico en las dos modalidades — aspecto longitudinal y sección transversal — haciendo hincapié en la observación de caracteres distintos como pueden ser:

- Escamas
- Retorcimientos
- Marcas
- Presencia de deslustrantes
- Diferencias de color
- Diferencias de tamaño
- Diferencias de forma

Si se puede, se separan los filamentos que se aprecien distintos para ser sometidos separadamente a las pruebas para muestras homogéneas.

Conviene colorear las muestras de mezcla de fibras a estudiar, con un colorante selectivo apropiado, como el Shirlantain A (14), por ejemplo. Después hay que pasar a otro tipo de análisis diferentes de los empleados para muestras homogéneas, tal sería el caso de hacer uso de la solubilidad de las fibras en diferentes reactivos. Estos, vienen clasificados en "grupos de solubilidad" que son como sigue:

Reactivos selectivos: Carbonato sódico.
Cloruro cálcico-ácido fórmico.
Hipoclorito sódico-hidróxido sódico
Butirolactona
Acido sulfúrico concentrado

Grupo 2: Acetona al 70% v/v.
Acido acético glacial al 40% en peso
Acido clorhídrico 5N a 65° C.

Grupo 3: Tripsina
Hidróxido sódico al 1% en ebullición

Grupo 4: Xileno comercial
Cloroformo

Grupo 5: Metacresol
Acido nítrico concentrado
Acido sulfúrico concentrado al 60% en peso a 60°C.
Hidróxido de cuproamonio
Acido sulfúrico al 75% en peso

Grupo 6: Tetrahidrofurano
Dioxano
Xileno comercial a ebullición

Se procede a la identificación de los componentes de cada grupo de fibras por medio de diversas pruebas con los disolventes de ese grupo de solubilidad siguiendo el orden indicado. Así, se procede grupo por grupo con los sucesivos residuos hasta identificar los componentes de la fibra. Si quedaran fibras sin disolver, se someten a los reactivos del grupo 6.

Prescindiendo de los detalles concretos referidos a las pruebas con los grupos de reactivos, he aquí una serie de resultados obtenidos con las pruebas de solubilidad:

- En general, los álcalis fuertes, al calor, (hidrato de potasio al 5%), sueltan las fibras proteicas pero no atacan sensiblemente a las celulósicas (a excepción del yute).
- Una solución caliente de ácido sulfúrico entre el 5 y el 10% suelta la celulosa pero no tiene efectos relevantes sobre las proteínas.
- El ácido clorhídrico caliente al 5% destruye la seda pero no la lana ni el lino, algodón y fibras sintéticas.
- El iodo-cloruro de zinc mancha el cáñamo de color violeta y el lino de color marrón-violáceo (mientras el algodón se

colorea del rojo al violeta y la seda de amarillo):

El nitrato de mercurio preparado fresco, con las proteínas da un color rojo ladrillo y ningún color con la celulosa.

(Una tabla de pruebas de solubilidad y de características físicas, químicas y comportamiento de los agentes de degradación se publica en: J.W. RICE "Principles of Textile Conservation Science", N° III en "Textile Museum Journal", vol. 2, n3, dic. 1986. (15).

3.4.4.2. Reactivos

En la identificación microscópica de las fibras textiles se emplean varios reactivos con el fin de que su acción sobre aquéllas las dote de una coloración específica propia para cada fibra lo que permite identificarlas con facilidad. Veamos algunos de estos reactivos.

1. REACTIVO DE HERZBERG O CLORURO DE ZINC YODADO

El proceso se realiza por medio de dos soluciones diferentes: una de ellas se compone de cloruro de zinc disuelto en agua y por otra parte, se prepara el yoduro potásico y el yodo disuelto en agua. He encontrado cuatro proporciones diferentes de esta preparación:

a) 1º:	Cloruro de zinc	40 mg.
	Agua desionizada	10 ml.
2º:	Yoduro potásico	4'2 g.
	Agua desionizada	10 ml.
	Yodo bisublimado	0'2 g.

b) 1º:	Cloruro de zinc	20 mg.
	Agua	10 ml.
2º:	Yoduro potásico	2'1 g.
	Yodo	0'1 g.
	Agua	5 ml.
c) 1º:	Cloruro de zinc fundido	50 mg.
	Agua destilada	25 g.
2º:	Yoduro potásico	5'25 g.
	Yodo bisublimado	0'25 g.
	Agua destilada	12'5 g.
d) 1º:	Cloruro de zinc	40 mg.
	Agua destilada	20 g.
2º:	Yoduro potásico	4'2 g.
	Agua desionizada	10 ml.
	Yodo bisublimado	0'2 g.

La solución "a)1º" se calienta mucho y es necesario enfriarla a la temperatura ambiente (peso específico a 20°C 1'88-1'89). Para preparar el reactivo final se toman:

1'8 g. de la solución "a) 2º"
7'5 g. de la solución "a) 1º"

La mezcla de los dos produce calor perdiéndose yodo por lo que es necesario enfriarla con agua corriente agitándola lentamente. Se deja reposar en un recipiente tapado en la oscuridad durante 24h o más; se separa el contenido limpio de los posos que quedan encima de la decantación. El reactivo se conserva en lugar oscuro y fresco siendo aconsejable añadirle una escama de yodo por la facilidad de éste para evaporarse.

Las coloraciones resultantes e aplicar unas gotas de la solución HERZBERG sobre la muestra de fibras textiles colocada

en el portaobjetos son las siguientes:

AMARILLO-AMARILLO VERDOSO.- Fibras leño-celulósicas:

La mayoría de las fibras lignificadas
Pastas mecánicas
Yute
Cáñamo de Manila
Estopa
Sisal
Cáñamo

AZUL-AZUL VIOLETA.- Pastas químicas o "celulosas" de comercio que resultan del lavado de maderas y de otras materias leño-celulósicas:

Materias leño-celulósicas
Algodón
Lino
Cáñamo
Ramio
Cáñamo de Manila blanqueado

ROJO-CLARETE.- Todas las fibras formadas de celulosa normal o celulosa pura natural:

Algodón
Lino
Cáñamo
Ramio

BLANCO-AMARILLENTO: Lana y Nylon

NEGRO-AZUL muy intenso: Bambú

INCOLORO: Amianto

Las diferentes coloraciones son debidas a la acción concreta de algunos componentes de la solución como se indica seguidamente:

- el cloruro de zinc ... produce el color AZUL
- yodo y yoduro producen el color ROJO y AMARILLO
- el agua debilita el color

Hay una variante a la solución "a)" con las siguientes proporciones:

1º): Cloruro de zinc anhidro 80g.
 Agua destilada 60g.

2º): Yoduro potásico 5g.
 Yodo bisublimado 2g.
 Agua destilada 50g.

Las coloraciones obtenidas con esta variante son:

AZUL-AZUL VIOLADO.- Pastas blanqueadas y sin blanquear de maderas, pajas, esparto, yute, abacá.

VERDE-VERDE CLARO.- Pastas crudas algo lignificadas.

AMARILLO-AMARILLO VERDOSO.- Pastas mecánicas.

Si las coloraciones son demasiado pálidas es debido a que el reactivo está poco concentrado siendo necesario, entonces, añadir algunos trozos de cloruro de zinc que se disuelven poco a poco. Si, por el contrario, todas las fibras se decoloran de azul, el reactivo contiene demasiado cloruro de zinc; añadiendo agua gota a gota se corrige la concentración.

2. REACTIVO DE GRAFF

Este reactivo se compone de cuatro soluciones a las que podemos denominar "A", "B", "C" y "D":

Solución "A" - Cloruro de calcio 25g.
 Agua destilada 37g.

Solución "B" - Yoduro de potasio 0'4g.
 Yoduro resublimado 0'65g.
 Agua destilada 50cc.

(El yoduro de potasio se disuelve en la menor cantidad posible de agua añadiendo el yodo resublimado y posteriormente, todo ello se diluye en el resto del agua destilada. La razón de hacerlo así es porque el yodo es más soluble en una solución de yoduro potásico muy concentrada).

Como final se toman: 45cc de la solución "A"
5cc de la solución "B"

Solución "C". Se compone a su vez de varias soluciones:

"C".1.- Cloruro de aluminio (Pe 1'15 a 28°C)	40g
Agua destilada	100cc
"C".2.- Cloruro de calcio (Pe 1'36 a 28°C)	100g
Agua destilada	150g
"C".3.- Cloruro de zinc anhidro (Pe 1'8 a 28°C) ..	50g
Agua destilada	25g
"C".4.- Yoduro de potasio	0'9g
Yodo	0'65g
Agua destilada	50cc

En una probeta de 100cc de vidrio oscuro, alta y estrecha, echar:

20cc	solución "C".1. agitando de vez en cuando
100c	solución "C".2. agitar para que mezcle bien
10cc	solución "C".3. id.
12'5cc	solución "C".4. id.

Las coloraciones que se obtienen con las diversas soluciones del reactivo GRAFF son las siguientes:

Con la solución "A":

Son complejas dependiendo en gran medida de los componentes leñosos de las fibras. Aquí solo se va a hacer referencia a los que colorean las fibras textiles, prescindiendo de las coloraciones dadas a las partes de mayor aplicación en la industria papelera que es en donde más rendimiento da este reactivo.

GRIS-AZUL.- Menor contenido leñoso:

Cáñamo de Manila (pasta blanqueada y sin blanquear)

AMARILLO.- Yute sin blanquear

AMARILLO-VERDE.- Yute (pasta blanqueada)

Con la solución "C":

- También son coloraciones muy complejas con muchos matices lo que implica la necesidad de ser muy experimentado en este tipo de observación y estar en posesión de gran sensibilidad para la captación de matices en las coloraciones. Prescindiendo de los tonos relativos a las fibras procedentes de árboles, en lo que respecta a las plantas productoras de fibras textiles, se pueden destacar las siguientes:

AMARILLO CLARO-AMARILLO VERDOSO DEBIL.- Lino. Otros

PARDO VERDUZCO-PARDO AZULADO OSCURO-PARDO PURPURA.
Lino. Otros. No blanqueados y blanqueados.

...
--

3. REACTIVO DE LOFTON-MERRIT

También este reactivo consta de tres soluciones "A", "B" y "C".

Solución "A" - Verde malaquita 2g
Agua destilada 100cc

A 50cc de agua destilada hirviendo se le añade poco a poco el verde malaquita agitando. Después se añaden los 50cc restantes.

Solución "B" - Fucsina básica en polvo 1g
Agua destilada 100cc

Se prepara como la "A" y luego se mezclan:

- solución "A" 1vol.
- solución "B" 2vol.

Solución "C" - Acido clorhídrico 1cc
Agua destilada 100cc

Las coloraciones resultantes son las siguientes:

VIOLETA PURPURA y PALIDO.- Para pastas.

INCOLORO.- Pastas blanqueadas de lino, algodón, cáñamo, ramio.

L. VIDAL da otras proporciones para este reactivo:

Fucsina	0'22g
Verde malaquita	0'22g
Acido clorhídrico a 22°B	1'30g
Agua destilada	500g

En la mitad del agua se agitan la fucsina y en la otra mitad el ácido clorhídrico. Se mezclan las dos soluciones y se filtran.

Las coloraciones que producen en las fibras son las siguientes:

VIOLETA PURPURA.- Pastas crudas al bisulfito.

VERDE INTENSO.- Pastas mecánicas. Yute molido.

VERDE PALIDO.- Pasta Krafft.

INCOLORAS.- Trapos y celulosas blancas.

4. REACTIVO VÉTILLART (o de HÖHNEL)

Consta de dos soluciones "A" y "B".

Solución "A" - Yoduro de potasio	1g
Yodo	0'20g
Agua destilada	100g

Solución "B" - Acido sulfúrico conc.	3vol.
Glicerina	2vol.
Agua destilada	1vol.

Colocadas las fibras sobre el porta, se les echa una gota de la solución "A" dejando 2 minutos de reposo. Se retira el exceso de solución y se añade 1 gota de la solución "B". Se cubre con la lámina cubreobjetos.

Las coloraciones resultantes son las mismas que las obtenidas con el reactivo HERZBERG o cloroyoduro de zinc indicados anteriormente.

Pruebas solo para algodón y celulosa regenerada

Respecto al ALGODON y CELULOSA REGENERADA, las pruebas son como se exponen a continuación:

La muestra de fibra se monta en el portaobjetos con parafina líquida y se añade una gota de hidróxido de suproamonio. El comportamiento de la fibra es:

- a) Se hincha irregularmente formando burbujas. Finalmente se disuelve dejando un residuo de partículas que flotan en el disolvente = se trata de

ALGODON CRUDO.

- b) Permanecen insolubles (aunque algunas pueden hincharse y teñirse de azul en los extremos) = se trata de

ALGODON MODIFICADO QUIMICAMENTE

- c) Tratando la muestra con hidróxido cuproamónico en el portaobjetos, encontramos dos casos:

- La fibra se disuelve = RAYON NO MODIFICADO
- La fibra no se disuelve = RAYON MODIFICADO QUIMICAMENTE

Ambos casos pertenecen a fibras de CELULOSA REGENERADA o diferentes tipos de VISCOSA = de tenacidad media, normal, viscosa encrespada, ensortijada, de alta tenacidad, etc.

Veamos ahora algunos datos propios de la fibra de algodón para contribuir a su identificación:

ALGODON CRUDO = La fibra se hincha irregularmente formando burbujas. Luego se disuelve dejando un residuo de partículas que flotan en el disolvente.

ALGODON MERCERIZADO = La fibra se disuelve fácil y rápidamente.

ALGODON MODIFICADO QUIMICAMENTE = Las fibras permanecen insolubles.

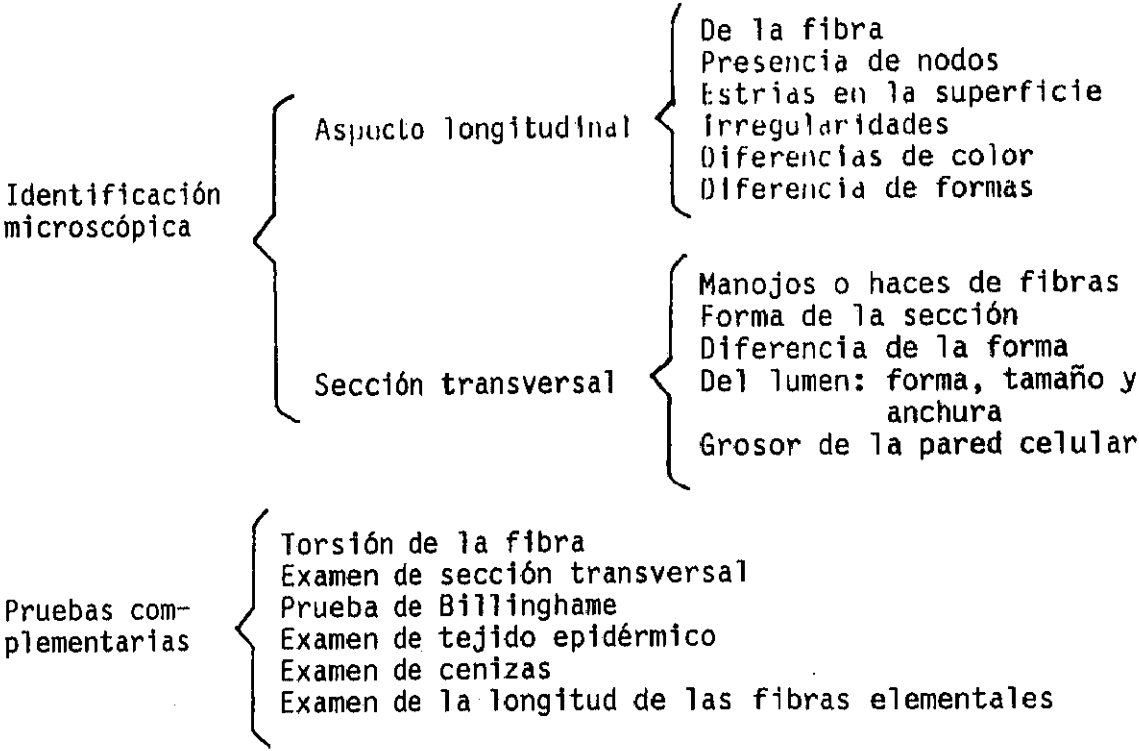
PRUEBAS PARA ALGODON Y CELULOSICAS

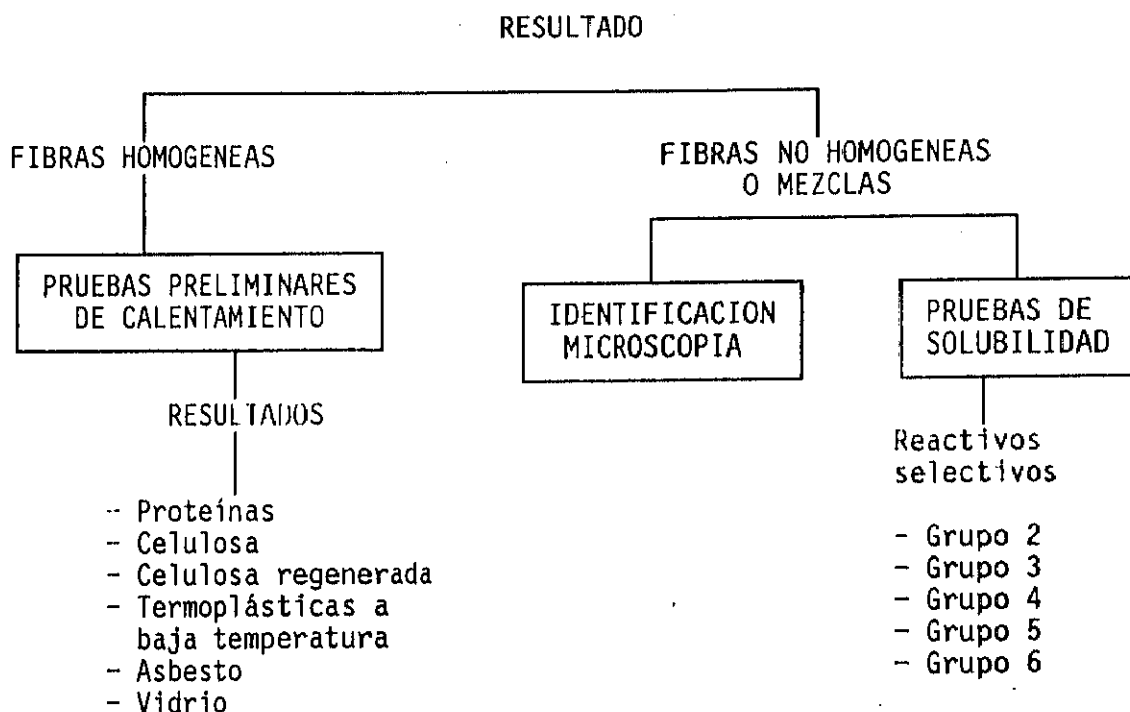
FIBRA	ENSAYOS SENCILLOS			
	COMBUSTION	GRUPO DE DENSIDAD	SOLUBILIDAD	COLORANTE
ALGODON	Papel quemado	1'45 - 1'60	<ul style="list-style-type: none"> • Acido sulfúrico 70º • Insoluble en ácido clorhídrico. • Sencillo distinguir del rayón. 	No es característica.
NYLON 6	Funde y arde con olor a apio	1'10 - 1'20	• Acido clorhídrico 4'2N	Tiñe menos intenso que el nylon 6,6
NYLON 6,6	Funde y arde con olor a apio	1'10 - 1'20	• Acido clorhídrico/ácido fórmico 1:1	Tiñe menos intenso que el nylon 6

PRUEBAS DE COMBUSTION PARA ALGODON Y CELULOSICAS

FIBRA	COMBUSTION				
	ANTES DE TO- CAR LA LLAMA	EN LA LLAMA	DESPUES DE DE- JAR LA LLAMA	OLOR	CENIZAS
ALGODON Y CELULOSICAS	Arde en el preciso momen- to de tocar la llama.	Arde	<ul style="list-style-type: none">• Sostiene la combustión.• Arde rápida- mente.• Tiene punto de resplandor	Papel quemado	<ul style="list-style-type: none">• Pocas.• Blancas y y grises.

ESQUEMA DE LAS PRUEBAS DE IDENTIFICACION PARA FIBRAS TEXTILES





3.5. DIFERENTES PRUEBAS DE CARACTERIZACION SOBRE NUEVE MUESTRAS DE TELAS IMPRIMADAS PARA PINTAR DE VENTA HABITUAL EN COMERCIO

Para conseguir alcanzar el más profundo grado de conocimiento de cualquier fibra textil o tejido, es preciso realizar una variada sucesión de análisis — como se ha visto en el punto anterior — y pruebas de tipo físico-químico-mecánico con la ayuda de una tecnología en algunas ocasiones muy sofisticada para obtener resultados fiables de las cuestiones en estudio. Por otra parte, dada la no uniformidad de las fibras en cuanto a su estructura interna, dimensiones y variaciones en el aspecto externo, para obtener valores representativos de los caracteres a analizar, es necesario recurrir a un número de pruebas o test lo suficientemente abundantes para poder enunciar una

conclusión científicamente válida.

Las telas que sirven de soporte a pinturas presentan ciertas dificultades para poder realizar sobre ellas todo el conjunto de pruebas que suelen ser habituales en los laboratorios de investigación textil ya que, por lo general, se encuentran impregnadas de las materias propias de las imprimaciones que sirven de base a la pintura, de ésta misma y, a veces, de materiales usados en procesos de reentelado u otros tratamientos menos profundos pero que también implican la adición al tejido de sustancias de naturaleza variada que dificultan el acceso al hilo puro pudiendo, incluso, ocultar su naturaleza original.

Además, en el caso de pinturas de cierta edad, existe el hecho del envejecimiento natural del material textil al que debe sumarse la alteración que le haya podido sobrevenir como consecuencia de los distintos materiales que soporta y del propio envejecimiento de éstos.

La dificultad de realizar las pruebas idóneas se ve agudizada por la circunstancia de que, por lo general, es imposible obtener cantidades de tejido de las dimensiones deseables dado que la tela sobrante en los bordes del bastidor no suele ser abundante sino más bien escasa. Por otra parte y, según sea la época de ejecución de la pintura, se podrá o no acceder a tejido desprovisto de las materias de imprimación pues, como es sabido, a partir del siglo XIX da comienzo la fabricación de telas ya imprimadas para el pintor; por ello, la tela sobrante

que rebasa los bordes del bastidor generalmente aparece impregnada de la imprimación que el fabricante aplicó.

No obstante este cúmulo de limitaciones, pueden realizarse cierto número de análisis y test que, en su conjunto, contribuyen a formar una opinión acerca de las características del tejido en estudio.

Considerando este planteamiento de la cuestión, en este trabajo se han realizado diferentes pruebas con textiles que pueden encuadrarse en las circunstancias expuestas anteriormente:

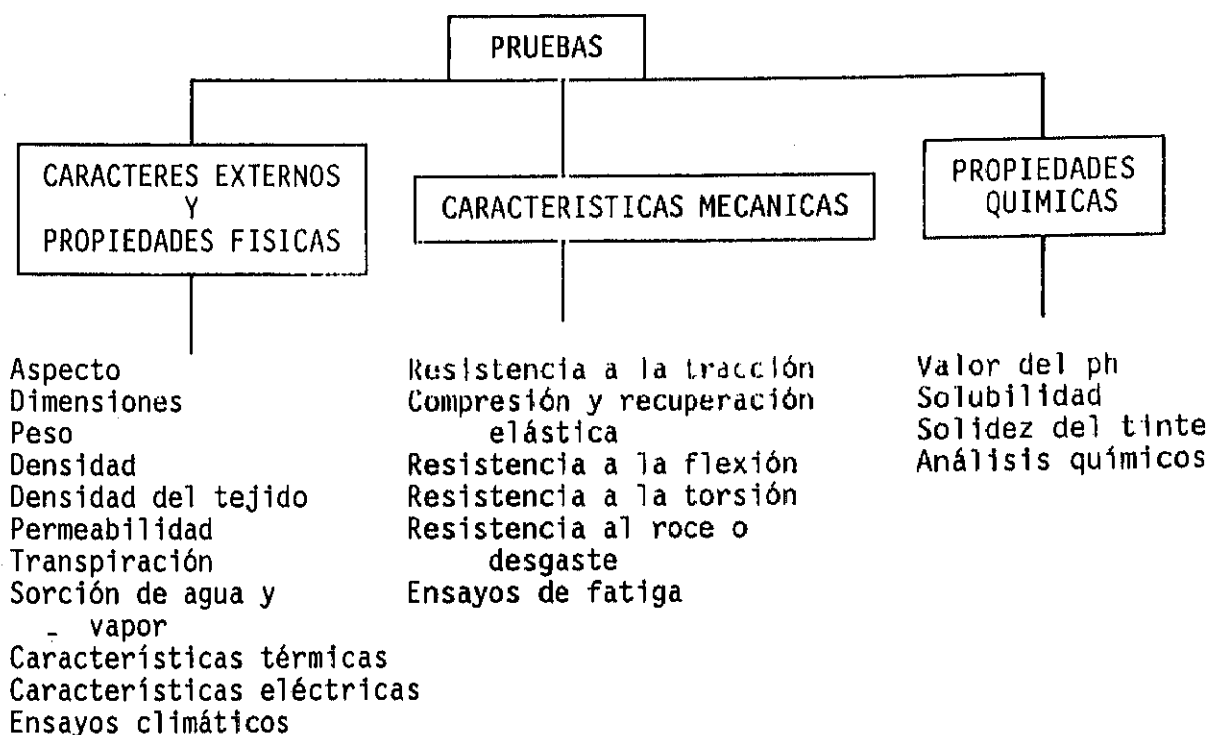
- a) Por una parte, como se ha visto en el punto 3.4.2. se han realizado cierto tipo de análisis sobre muestras de telas pertenecientes a cuadros del siglo XIX con los resultados que se ofrecen en el lugar correspondiente.
- b) El otro aspecto del trabajo está dirigido al estudio de cierto número de muestras de diversos tejidos que el mercado actual ofrece al pintor, consideradas como telas de "excelente calidad" por fabricantes y vendedores. Como es habitual, no se hace en modo alguno la más mínima referencia a la naturaleza del material, tanto textil como de imprimaciones. Estas telas están impregnadas con los materiales de imprimaciones y ha sido muy difícil acceder a la misma tela en crudo; en algunos casos, imposible.

Sobre el conjunto de muestras del apartado b se han aplicado una serie de parámetros y análisis para averiguar cuál es

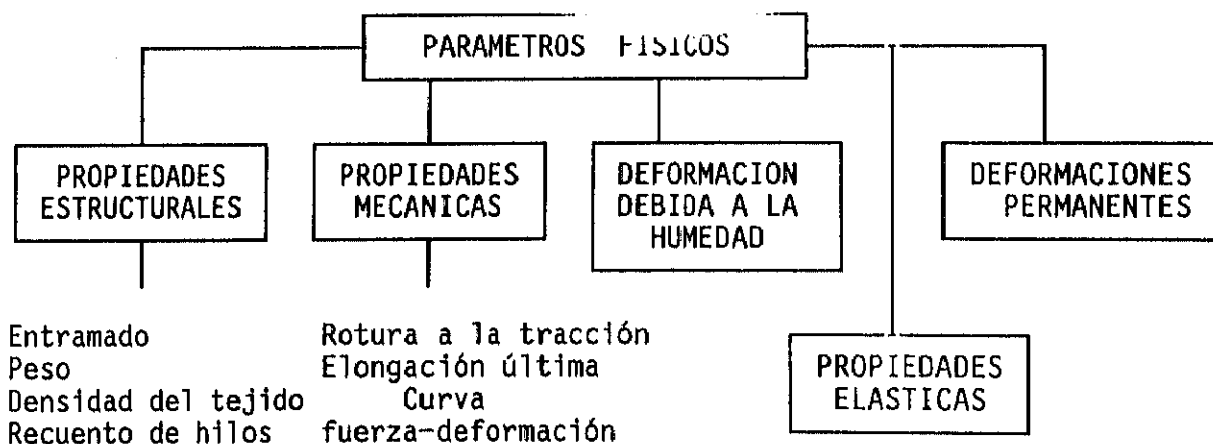
realmente la naturaleza de tales materias y poder constatar en qué grado responden a la calidad preconizada para ellas. Estas pruebas pueden servir como orientación para sistematizar una serie de datos acerca del material textil que integra un cuadro, especialmente interesantes para el restaurador en el momento de afrontar un tratamiento sobre el cuadro en cuestión lo cual le facilitará grandemente la tarea de posibilitarle un conocimiento más profundo de la obra que intenta conservar. Veamos primeramente cuál sería el conjunto de pruebas ideales para conseguir la caracterización exacta de los textiles en estudio.

Son varios los autores que ofrecen un elenco de pruebas para conseguir este fin. He seleccionado dos de ellos para exponer, en primer lugar, las que podrían ser consideradas como pruebas completas para conseguir el conocimiento total del textil y, en segundo lugar, las que están orientadas a obtener resultados que interesan más desde la perspectiva específica de la conservación y restauración de obras de arte en su vertiente pictórica.

P. MARTINEZ DE LAS MARIAS propone tres bloques de pruebas para llegar al conocimiento total de un textil que inciden sobre tres aspectos distintos y complementarios:



Según E. TASSINARI, respondiendo a la segunda orientación dada a una investigación sobre textiles, las pruebas exclusivamente de tipo físico a realizar sobre un tejido, responden a cinco grupos de actuación distinta:



Queda sobreentendido que también se aplicarían los análisis químicos pertinentes para la identificación de fibras aunque éstos no aparecen aquí por referirse únicamente a pruebas de tipo físico.

Por la índole de las pruebas es fácil deducir que están programadas en función de la utilidad dada al tejido, en este caso muy concreto cual es el servir de refuerzo a la tela original de un cuadro por el proceso de reentelado.

Teniendo en cuenta que la tela del reentelado va a ser íntimamente unida a la original, la conclusión inmediata es constatar la conveniencia de precisar lo más exactamente posible la naturaleza de ambas para no caer en incompatibilidades que perjudicarían gravemente a la pintura que se pretende conservar.

Desde el punto de vista de la problemática de la conservación de las obras de arte, la orientación de las pruebas indicadas por E. TASSINARI son las que mayor aplicación tienen en el campo concreto de actuación sobre soportes textiles de pintura. En la industria textil, en general, se llevan a cabo investigaciones mucho más amplias puesto que es competencia suya el análisis y control de fibras, hilos y tejidos de todas clases. Por lo tanto, aquí se sigue la orientación encaminada a conocer, en la medida de lo posible, qué respuesta pueden ofrecer una serie de telas para el fin concreto de servir de soporte a la pintura.

Desde esta perspectiva se comprende que es importante conocer:

a) La naturaleza de las fibras textiles que integran los hilos pues ellas van a ser determinantes en las características del

tejido.

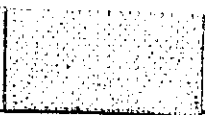
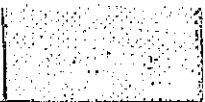


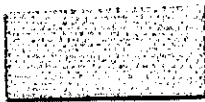



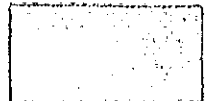

b) Los parámetros de tipo físico y mecánico para comprender el comportamiento del tejido ante las situaciones ambientales de diversa índole a las que vaya a ser sometido.

c) La naturaleza de las materias de imprimación que pueden tener repercusiones importantes para el conjunto puesto que van a estar en contacto con dos elementos de un cuadro:

- la tela por una parte
- las capas de color, por otra

En este trabajo se estudia un conjunto de diez muestras de telas adquiridas en establecimientos especialmente dedicados a la venta de materiales de pintura y otras actividades artísticas. La denominación de las muestras corresponde a la que el fabricante/vendedor ha fijado para su identificación comercial. Han sido adquiridas en dos lugares diferentes de la geografía española como son Madrid y Bilbao.

Las telas objeto de estudio son las siguientes:

DENOMINACION COMERCIAL	MUESTRA	VENDEDOR	IMPRIMACION
M-2 ALKIL		"MACARRON" (Madrid)	Del vendedor
373-TEMPLE		"MACARRON" (Madrid)	Del vendedor
M-2 OLEO		"MACARRON" (Madrid)	Del vendedor
M-2T-MARRON		"MACARRON" (Madrid)	Del vendedor
AC-22		"MACARRON" (Madrid)	Del fabricante
66		"MACARRON" (Madrid)	Del fabricante
LEVANTE-20		"MARTIN PASTOR" (Bilbao)	Del fabricante
LEVANTE-25		"MARTIN PASTOR" (Bilbao)	Del fabricante
LEVANTE-90		"TECNIGRAF" (Bilbao)	Del fabricante
LEVANTE-16		"TECNIGRAF" (Bilbao)	Del fabricante

El criterio seguido en la selección de los tejidos ha sido el de realizar el estudio sobre un bloque de material considerado como plenamente adecuado para el fin de servir como soporte a la pintura y sobre todo con distintas clases de telas, más

baratas, de inferior calidad respecto a los dos aspectos a considerar, como son el tejido y la imprimación.

El resultado de las distintas pruebas constatará estas calificaciones hechas "a priori" estableciendo, por lo menos, las diferencias entre las características propias de ellas.

Las muestras de telas han sido sometidas a pruebas de distinta índole realizadas en los laboratorios siguientes:

1. Pruebas físico-mecánicas, en los laboratorios del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial de TERRASSA, de la UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUNYA, orientadas por el Dr. ARUN NAIK KARDILE, Profesos Titular de "Hilatura" de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Terrassa (Barcelona) y Jefe de los Laboratorios de Fibras, Hilos, Tejidos y Microscopía de dicho Instituto.

2. Identificación de las fibras textiles en el Laboratorio de Química del Centro mencionado en el punto anterior, bajo la orientación del D^a MONTSERRAT CARO.

3. Identificación de los materiales de las capas de imprimación y documentación fotográfica, en el Laboratorio de Química del Taller de Restauración del Servicio de Patrimonio Histórico de la Diputación Foral de Bizkaia, realizada por la química D^a INMACULADA MARTIN URIBE, Licenciada en Ciencias Químicas y encargada de dicho Laboratorio.

3.5.1. Pruebas físico-mecánicas

La caracterización de los tejidos se ha realizado mediante la aplicación de una serie de parámetros estructurales como son:

PESO. Expresarlo en g/m². Se ha hallado el de la tela en crudo (siempre que ha sido posible) y el de la misma tela con imprimación. La diferencia entre ambos pesos proporciona el peso de la imprimación.

DENSIDAD del tejido a través del recuento de los hilos que hay en 1 cm². de urdimbre y de trama.

TITULO o peso del hilo para indicar su finura. Se expresa en TEX: g/1.000m.

ESPESOR de la tela en crudo y con imprimación expresado en mm. La diferencia entre ambos espesores indica el espesor de la imprimación.

LIGAMENTO o tipo de entramado.

PRUEBAS MECANICAS:

- Resistencia a la tracción y rotura: carga expresada en kg/cm.
- Alargamiento expresado en %
- Extensibilidad
- Tenacidad o relación entre los valores de PESO y TITULO.

IDENTIFICACION DE LAS FIBRAS TEXTILES DE URDIMBRE Y TRAMA

IDENTIFICACION DE LOS MATERIALES DE IMPRIMACION

ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL DE LA IMPRIMACION

PESO

Se trata de averiguar el peso de $1m^2$ de un tejido expresado en g/m^2 . Para ello se preparan cuadrados de la tela a pesar de 10×10 cm. De cada tela se cortan tres trozos distintos de las dimensiones indicadas con el fin de hacer tres grupos distintos de pesadas y hallar, posteriormente, el peso medio de los fragmentos que será el peso de la tela.

Se emplea una balanza de precisión. La utilizada en este caso es la del tipo "METTLER H33AR".

Para cortar los cuadrados de 10×10 cm. se opera con una plantilla metálica de esas dimensiones.

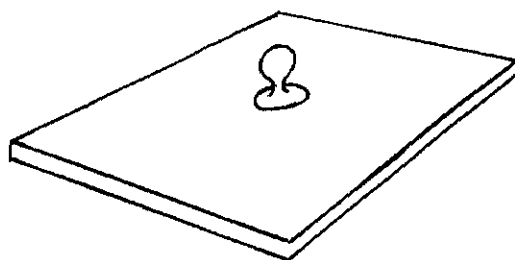


Fig. 99. Plantilla para cortar las muestras

En nuestro caso concreto se han pesado las telas con y sin imprimación con el fin de obtener los siguientes datos:

- a) El peso de la tela en crudo.
- b) El peso de la tela imprimada.
- c) El peso de la imprimación.

Las pruebas con la tela imprimada se han cortado de las dimensiones indicadas para obtener el peso de 100 cm². que es el punto de partida para averiguar el peso de 1 m²; no así las de la tela en crudo debido a la escasez del material por lo que el tamaño máximo de prueba que se ha podido conseguir ha sido de 4 x 4 cm, o, lo que es igual, 16 cm². Las equivalencias a 100 cm². son sencillas de obtener para llegar al resultado final.

La forma de operar es la siguiente:

1º). Hallar el peso de cada uno de los tres trozos o muestras del tejido con imprimación.

2º). Hallar el peso medio de los valores obtenidos en el punto anterior.

3º). Realizar el mismo proceso con las muestras de la tela en crudo.

4º). Hallar la equivalencia del peso/m². para ambas telas.

La diferencia entre el peso obtenido de la tela imprimada y sin imprimir o en crudo, nos indicará el peso de la imprimación.

En la tabla I aparecen los valores del peso de las muestras de las diferentes telas estudiadas.

T A B L A I

P E S O							
TIPO DE TELA	C R U D O			CON IMPRIMACIONES			PESO DE LA IMPRIMACION g/m2.
	Nº mtra.	PESO g/100 cm2.	PESO MEDIO g/1 m2.	Nº mtra.	PESO g/100 cm2.	PESO MEDIO g/1 m2.	
M-2 ALKIL	1	2'9096	291'71	1	4'379	431'6	139'89
	2	2'9231		2	4'271		
	3	2'9189		3	4'298		
373-TEMPLE	1	2'1937	221'14	1	3'304	331'55	110'40
	2	2'2062		2	3'3675		
	3	2'2343		3	3'2765		
M-2 OLEO	1	2'7312	275'90	1	4'005	393'65	117'75
	2	2'6459		2	3'866		
	3	2'9000		3	3'938		
M-2T-MARRON	1	2'7856	285'41	1	4'4563	446'39	160'98
	2	2'8862		2	4'4990		
	3	2'8906		3	4'4366		
AC-22		- - -	- - -	1	4'7069	469'65	- - -
				2	4'7568		
				3	4'6259		
66		- - -	- - -	1	2'4570	246'22	- - -
				2	2'4438		
				3	2'4860		
LEVANTE-20		- - -	- - -	1	3'4666	353'26	- - -
				2	3'4806		
				3	3'6506		
LEVANTE-25		- - -	- - -	1	3'1600	316'20	- - -
				2	3'1201		
				3	3'2058		
LEVANTE-90		- - -	- - -	1	3'3675	337'93	- - -
				2	3'4640		
				3	3'3065		
LEVANTE-16	1	0'3812	37'79		- - -	- - -	- - -
	2	0'3768					
	3	0'3759					

DENSIDAD

La densidad de un tejido es un valor que contribuye a evidenciar algunas características de una tela, como puede ser su finura, el grado de rareza que puede contribuir a hacerla más o menos resistente ante la acción de diversos agentes externos como son las fuerzas tensoras que tienden a producir deformaciones en la estructura del tejido. En el caso de una tela pintada, esas deformaciones pueden tener consecuencias muy graves para la pintura que sustentan.

No se precisa de la aplicación de fórmulas especiales sino que puede hallarse después de efectuar un sencillo cómputo:

- a) Número de hilos que se encuentran comprendidos en la extensión de 1 cm. según el sentido "urdimbre".
- b) Número de pasadas que corresponden a 1 cm. en el sentido "trama".
- c) Multiplicando ambas magnitudes se obtiene la densidad/cm².

Para el recuento de los hilos basta una lupa e iluminación adecuada que ilumine claramente la superficie a contar. Como lupa es suficiente el "cuentahilos" con abertura de 1 cm. (si es de 2 cm. mejor para aprovechar más cumplidamente la superficie a medir, aunque no es imprescindible hacerlo con éste).

Generalmente es mayor el número de hilos que se encuentran en el sentido "urdimbre" — o hilos estirados ya en el telar —

porque al efectuar el estiraje, la trama cede más con lo que obtenemos mayor cantidad de hilos en urdimbre que en trama. Es decir, hay más "hilos" que "pasadas".

Este dato suele ser bastante concluyente a la hora de establecer cuáles son los hilos de urdimbre o de trama en aquellos casos en los que el tejido carezca de orillo. Sin embargo no es un dato absolutamente definitivo porque, aunque raramente ocurre, a veces el recuento da el mismo número de hilos para los dos sentidos del tejido.

TABLA II

TIPO DE TELA	Recuento de hilos		DENSIDAD cm2.
	URDIMBRE nº hilos/cm.	TRAMA nº pasadas/cm.	
M2-ALKIL	15	14	210
373-TEMPLE	17	17	289
M2-OLEO	14	14	196
M2T-MARRON	12	13	162
AC-22	11	12	143
66	13	11	143
LEVANTE-20	12	10	120
LEVANTE-25	12	11	137
LEVANTE-90	12	11	137
LEVANTE-16	12	13	156

La fórmula que indica E. TASSINARI para obtener la DENSIDAD referida al cm². es:

$$D = N^{\circ} \text{ hilos/cm. } \times N^{\circ} \text{ pasadas/cm. } = \dots \text{ cm}^2.$$

TITULO

Hay hilos de diferentes grosores y éstos determinan el peso del mismo.

El "título" es un valor que expresa la finura de un hilo: es el peso del hilo expresado en g/1.000m.

Para obtenerlo se empieza por pesar 5 metros del hilo en estudio. En primer lugar se cortan 10 trozos de hilo (tanto de urdimbre como de trama) de 50 cm. de longitud con las tijeras de titular pues el hilo ha de estar tensado con uniformidad para que desaparezcan los rizados propios de la acción de la tejeduría.

Seguidamente se pesan por separado los hilos de urdimbre y los de trama para lo cual se pesan juntos dos fragmentos de 50 cm., es decir, 1 metro de longitud cada uno.

Cada hilo se somete, pues, a cinco pesadas distintas que, al final, averiguando el peso medio, nos proporciona un valor llamado KILOTEX que indica el peso de 1 metro de hilo:

$$K\text{tex:} \text{ xg/1m.}$$

Para encontrar el TEX basta con multiplicar el Ktex medio por 1.000 con lo que obtendremos el peso en gramos de 1.000

Los datos obtenidos tienen un significado respecto a las características del tejido. Cuanto más alto es el TEX es indicativo de un mayor peso del hilo que, generalmente, indica un mayor grosor del mismo. Ejemplo: un hilo de 25 TEX es mucho más fino que otro de 65 TEX.

Cuando la diferencia es superior a 2 unidades en TEX, ya puede considerarse una diferencia significativa.

TABLA III

TÍTULO							
TIPO DE TELA	URDIMBRE				TRAMA		
	Nº mtra.	1m. g/m.	KILOTEX MEDIO g/m.	TEX g/1.000m.	1 m. g/m.	KILOTEX MEDIO g/m.	TEX g/1000m
M-2 ALKIL	1 2 3 4 5	0'07800 0'08800 0'09800 0'07635 0'08030	0'08413	84'13	No hay hilo de trama en crudo		
373-TEMPLE	1 2 3	0'05055 0'05000 0'05290	0'05085	50'85	0'05065 0'05145 0'04765 0'04925 0'04855	0'04951	49'51
M-2 OLEO	1 2 3 4 5	0'08300 0'06850 0'07360 0'07400 0'08330	0'07702	77'02	No hay hilo de trama en crudo		
M-2-T MARRON	1 2 3 4 5	0'08300 0'08760 0'08370 0'09440 0'08200	0'08614	86'14	No hay hilo de trama en crudo		
AC-22 66 LEVANTE-20 LEVANTE-25 LEVANTE-90		Ante la imposibilidad de conseguir la tela en crudo de estos tipos de lienzo, no se ha podido hallar el TÍTULO de las mismas.					
LEVANTE-16	1 2 3 4 5	0'08200 0'08610 0'08460 0'09210 0'08450	0'08586	85'86	0'06865 0'08130 0'07200 0'04925 0'07920	0'07514	75'14

Algunos autores utilizan también otra magnitud para expresar los caracteres del hilo, como es el caso del término "g/ds" o "g/decitex", es decir,

$$g \quad / \quad \frac{\text{Tex}}{10} \quad (\text{o "ds"})$$

TABLA IV

TIPO DE TELA	NUMERO METRICO "Num."				DENIER		"DEN"	
	URDIMBRE		TRAMA		URDIMBRE		TRAMA	
	Ktex medio g/1m.	Nm m/1g.	Ktex medio g/1m.	m m/1g.	TEX g/ 1.000m.	DEN g/ 9.000m.	TEX g/ 1.000m.	DEN g/ 9.000m.
M-2 ALKII	0'06413	11'88	No hay hilo de trama en crudo		84'13	757'17	No hay hilo de	
J73-TEMPH	0'05005	19'68	0'04951	20'20	50'85	457'65	49'51	445'59
M-2 OLEO	0'07702	12'98	No hay hilo de trama en crudo		77'02	693'18	No hay hilo de	
M2-T MARROH	0'08614	11'61	No hay hilo de trama en crudo		86'14	775'26	No hay hilo de	
AC-22 66 LEVANTE-20 LEVANTE-25 LEVANTE-90	Ante la imposibilidad de conseguir tela en crudo de estos tipos de llenzo, no se ha podido hallar el NUMERO METRICO ni el DENIER de las mismas.							
LEVANTE-16	0'08586	11'65	0'07514	13'31	85'86	772'74	75'14	676'26

NOTA: Aunque el término TEX está reconocido internacionalmente como determinante en la expresión que caracteriza un valor del tejido, es interesante indicar también el término DENIER, utilizado por muchos autores como complemento importante para exponer los caracteres del tejido.

El sistema TEX fué propuesto en 1.952 por Carlos SERRA en un Congreso en Barcelona. Pero también se usa el sistema LEE inglés (también en vigor,) con la siguiente equivalencia: 458 g.=1.000 yardas (1 yarda=90 cm.)

Sistema TEX = Longitud constante / Peso variable
Sistema LEE = Longitud variable / Peso constante

DENIER = Es el peso de 9.000m de hilo expresado en gramos

DEN: g/9.000m

El DENIER obtenido para las distintas telas ha sido:

Para URDIMBRES:	M-2 ALKIL:	757'17
	373-TEMPLE:	457'65
	M-2 OLEO:	693'18
	M2-T MARRON:	775'26
	LEVANTE-16:	772'74

Para TRAMAS:	373-TEMPLE:	445'59
	LEVANTE-16:	676'26

El NUMERO MERICO "Nm" es la cantidad de metros que entran en 1 gramo. Se calcula aplicando una simple regla de tres a partir del Ktex medio obtenido anteriormente.

Haciendo recopilación de los datos obtenidos, del hilo se han encontrado los siguientes valores:

KILOTEX - Ktex = Peso de 1m. de hilo

TEX = Peso de 1.000m. de hilo (Ktex x 1.000)

DENIER-"DEN" = Peso de 9.000m. de hilo (Tex x 9)

DECITEX-"ds" = Décima parte del Tex (Tex/10)

NUMERO METRICO-"Nm" = Cantidad de hilo que entra en 1 gramo

ESPESOR

El espesor de la tela es otro dato a tener en cuenta para precisar las características de un tejido. Se mide con el espesímetro y se expresa en milímetros.

Se realizan 10 mediciones por cada tipo de tela, tanto imprimida como sin imprimir o en crudo. Se han utilizado los mismos fragmentos empleados para averiguar el peso. Puesto que son tres muestras, las mediciones del espesor se han repartido así:

Fragmento 1.- 3 mediciones

Fragmento 2.- 3 mediciones

Fragmento 3.- 4 mediciones

Para las telas imprimadas los fragmentos han sido de 10 x 10 cm. y para las telas en crudo, de 4 x 4 cm.

Las telas sin imprimación han recibido una medición menos debido a sus reducidas dimensiones considerándose que, en este caso, nueve mediciones son representativas del valor que se desea hallar.

Los puntos sobre los que se realiza la medición se reparten así:

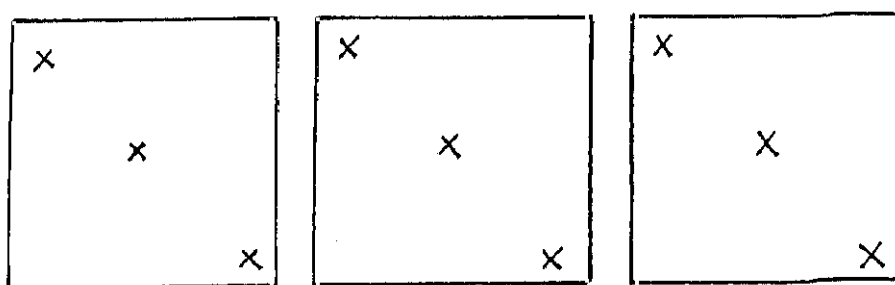


Fig. 100.- Reparto de las mediciones de espesor entre las tres probetas.

Con los tres valores obtenidos para cada fragmento, se

halla el espesor medio de cada uno de ellos. Luego se averigua la media total con lo que encontramos el dato que nos indica el espesor de ese tejido imprimido y en crudo.

La diferencia entre ambos valores nos indica el espesor de la imprimación.

En la tabla adjunta para los valores del espesor de las telas se ha reflejado únicamente el espesor medio de cada fragmento y el espesor medio del tipo de tela.

TABLA V

E S P E S O R							
	C R U D O			C O N I M P R I M A C I O N			E S P E S O R D E L A I M P R I M A C I O N (en mm.)
	Nº atras.	E S P E S O R mm.	E S P E S O R M E D I O mm.	Nº atras.	E S P E S O R mm.	E S P E S O R M E D I O mm.	
M-2 ALKIL	1 2 3	0'575 0'568 0'566	0'569	1 2 3	0'602 0'620 0'584	0'602	0'033
373-TEMPLE	1 2 3	0'437 0'456 0'462	0'4514	1 2 3	0'447 0'480 0'463	0'463	0'012
M-2 OLEO	1 2 3	0'568 0'540 0'570	0'5630	1 2 3	0'518 0'540 0'543	0'5395	0'024
M-2T-MARHON	1 2 3	0'532 0'565 0'539	0'5451	1 2 3	0'579 0'580 0'593	0'584	0'039
AC-22		---	---	1 2 3	0'543 0'536 0'535	0'538	---
66		---	---	1 2 3	0'313 0'314 0'316	0'314	---
LEVANTE-20		---	---	1 2 3	0'393 0'388 0'417	0'399	---
LEVANTE-25		---	---	1 2 3	0'442 0'438 0'452	0'443	---
LEVANTE-90		---	---	1 2 3	0'471 0'447 0'420	0'446	---
LEVANTE-16	1 2 3	0'339 0'327 0'342	0'336		---	---	---

PRUEBAS MECANICAS

Las pruebas de índole mecánica a que se somete un tejido tienden a mostrar cómo es el comportamiento del mismo ante agentes externos distorsionantes que, mediante la tracción pueden producir deformaciones en la estructura del tejido llegando hasta su rotura. Actúan directamente sobre las características mecánicas de las fibras siendo la causa de las posteriores deformaciones sufridas por los hilos y el tejido.

- Así, para conocer la respuesta de los tejidos objeto de estudio ante la acción de fuerzas tensoras, las distintas muestras de las telas aquí detalladas han sido sometidas a pruebas de tracción en el dinamómetro INSTRUM para conocer:

- a) La RESISTENCIA máxima hasta el punto de rotura expresada en kg.
- b) El ALARGAMIENTO expresado en %.

Probetas.- Para cada tipo de tela — con o sin imprimación — se preparan cinco tiras de 30 x 60 cm. con los bordes desflecados, tanto para el sentido de urdimbre como para el de trama; es decir, cada tela lleva 10 probetas. Cuando la disponibilidad de tela no ha sido la deseada, en algún caso se ha hecho la probeta un poco más reducida.

Las probetas van sujetas en los extremos por dos pinzas: la superior permanece fija mientras que la inferior, al accionarse el dinamómetro, desciende sometiendo a la probeta a la tensión que previamente se haya fijado. Dadas las características de

los tejidos imprimados, cada muestra lleva incorporada una célula con la fuerza de tirón a dar.

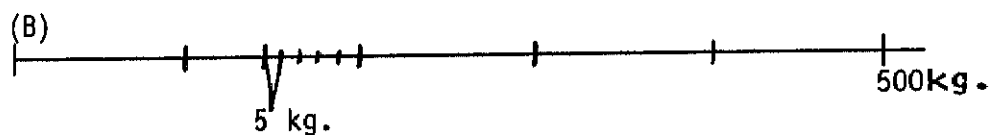
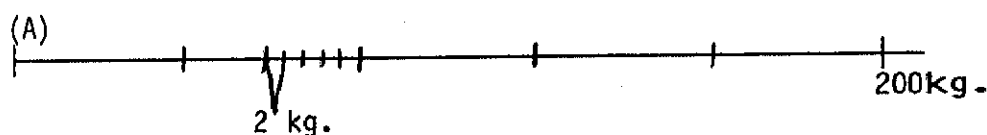
El dinamómetro lleva incorporado un mecanismo para reflejar en una gráfica el resultado de la fuerza aplicada hasta el momento en que se produce la rotura.

Las gráficas están cuadrículadas variando el valor de cada cuadrado pequeño en función de la fuerza aplicada: 200 ó 500 kg. A este dato se le llama "ESCALA" expresado con la letra E.

El ancho de la hoja está dividido en 10 cuadros mayores que, a su vez, comprenden otros 10 cuadrados pequeños. Para conocer el valor de cada uno de éstos hay que tener en cuenta la escala aplicada:

(A) $E = 200 \text{ kg.}$ Cada cuadro pequeño = 2 kg./cm.

(B) $E = 500 \text{ kg.}$ Cada cuadro pequeño = 5 kg./cm.



Otros datos del dinamómetro a tener en cuenta son:

- a) VC = velocidad a que se mueve el carro
- b) VP = velocidad del papel.

En este caso concreto, los datos son los siguientes:

VC = 10 cm./minuto

VP = 20 cm./minuto

Las velocidades son magnitudes fijas en el dinamómetro empleado.

En la gráfica, las coordenadas horizontales ordenadas indican la resistencia en kg. y las verticales abscisas, el alargamiento. El punto de rotura, señalado con el signo * indica la fuerza que es preciso ejercer o carga que se ha de aplicar para que se produzca la rotura del tejido con o sin imprimación.

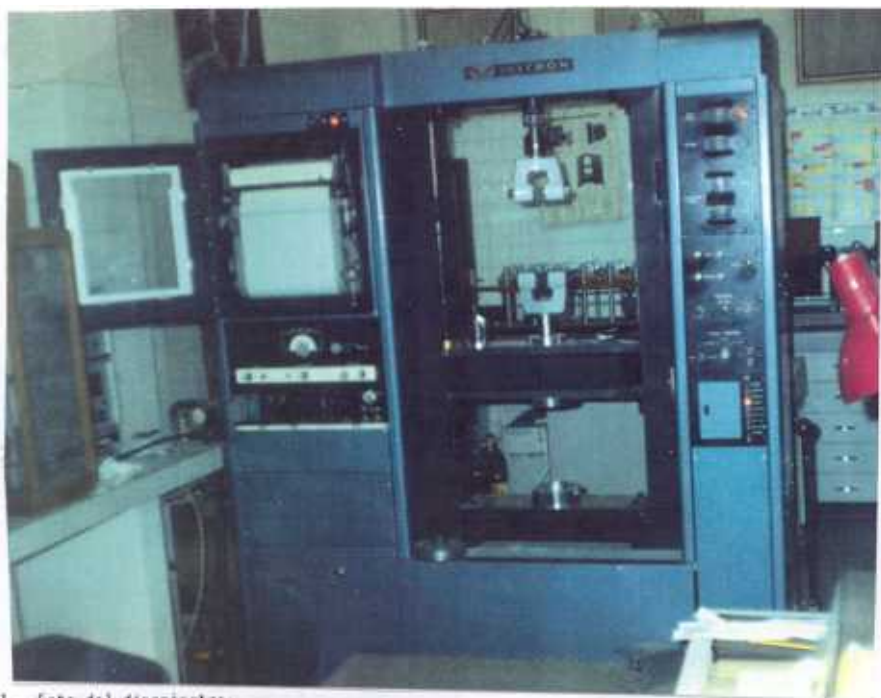
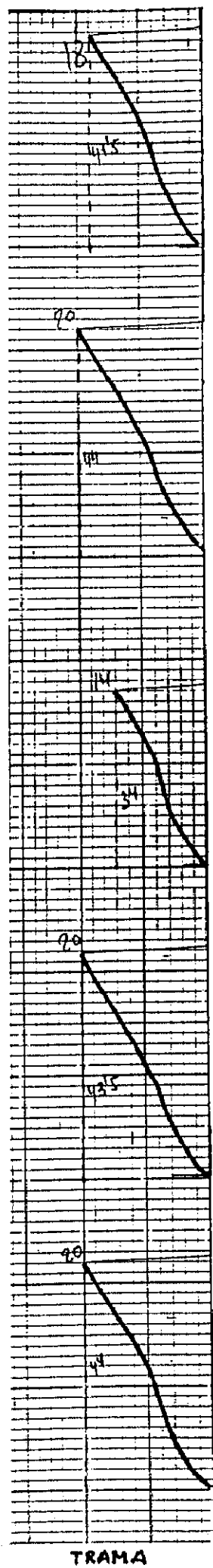
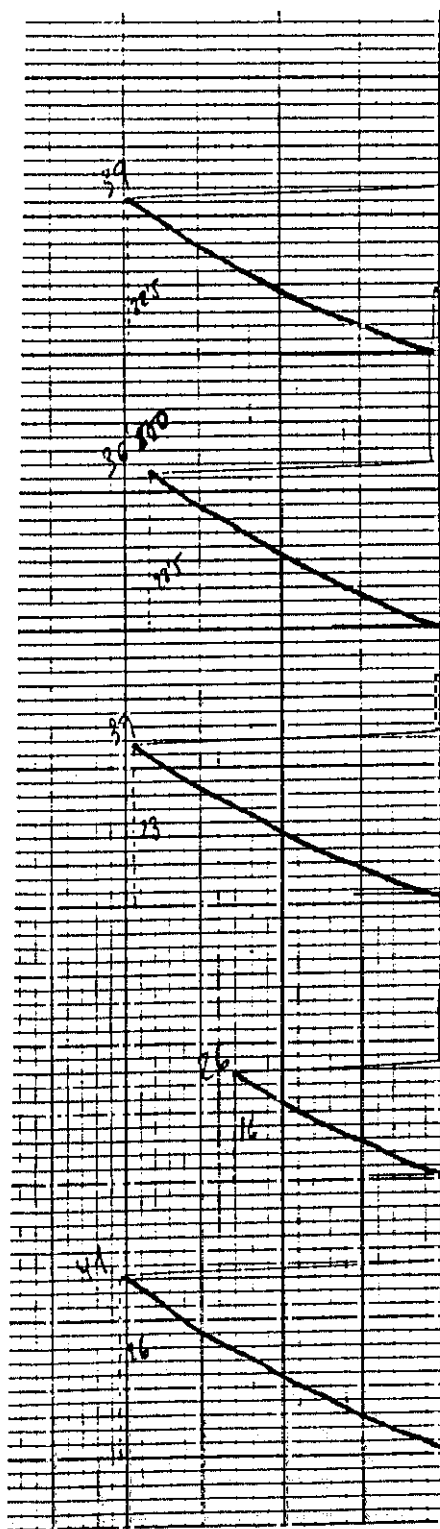


Fig. 101 . Foto del dinamómetro

He aquí un ejemplo del tipo de diagrama producido por el dinamómetro para expresar la resistencia de la muestra a la rotura y calcular el alargamiento experimentado como consecuencia de la acción mecánica.

MUESTRA : "66"



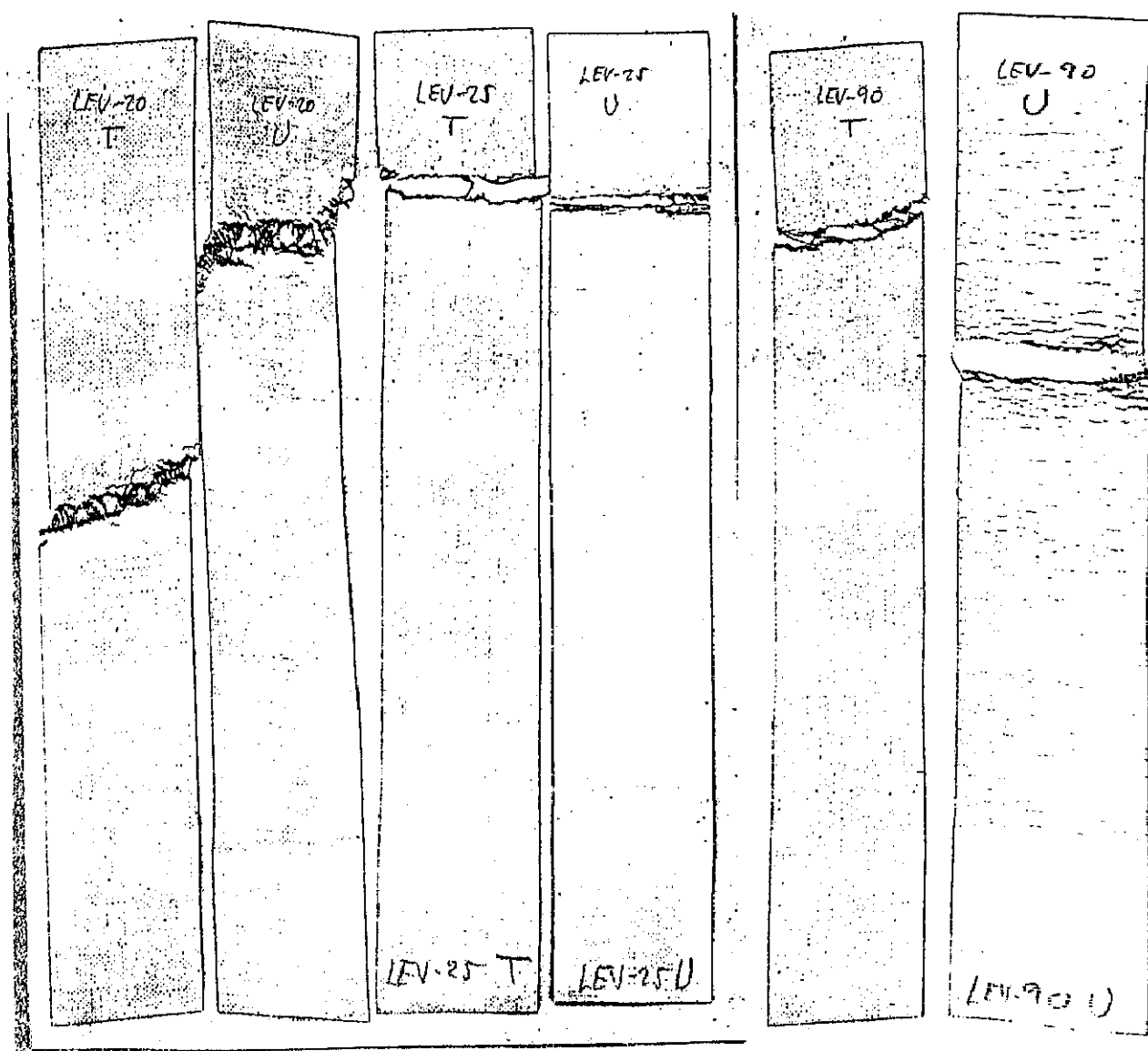
URDIMBRE

TRAMA

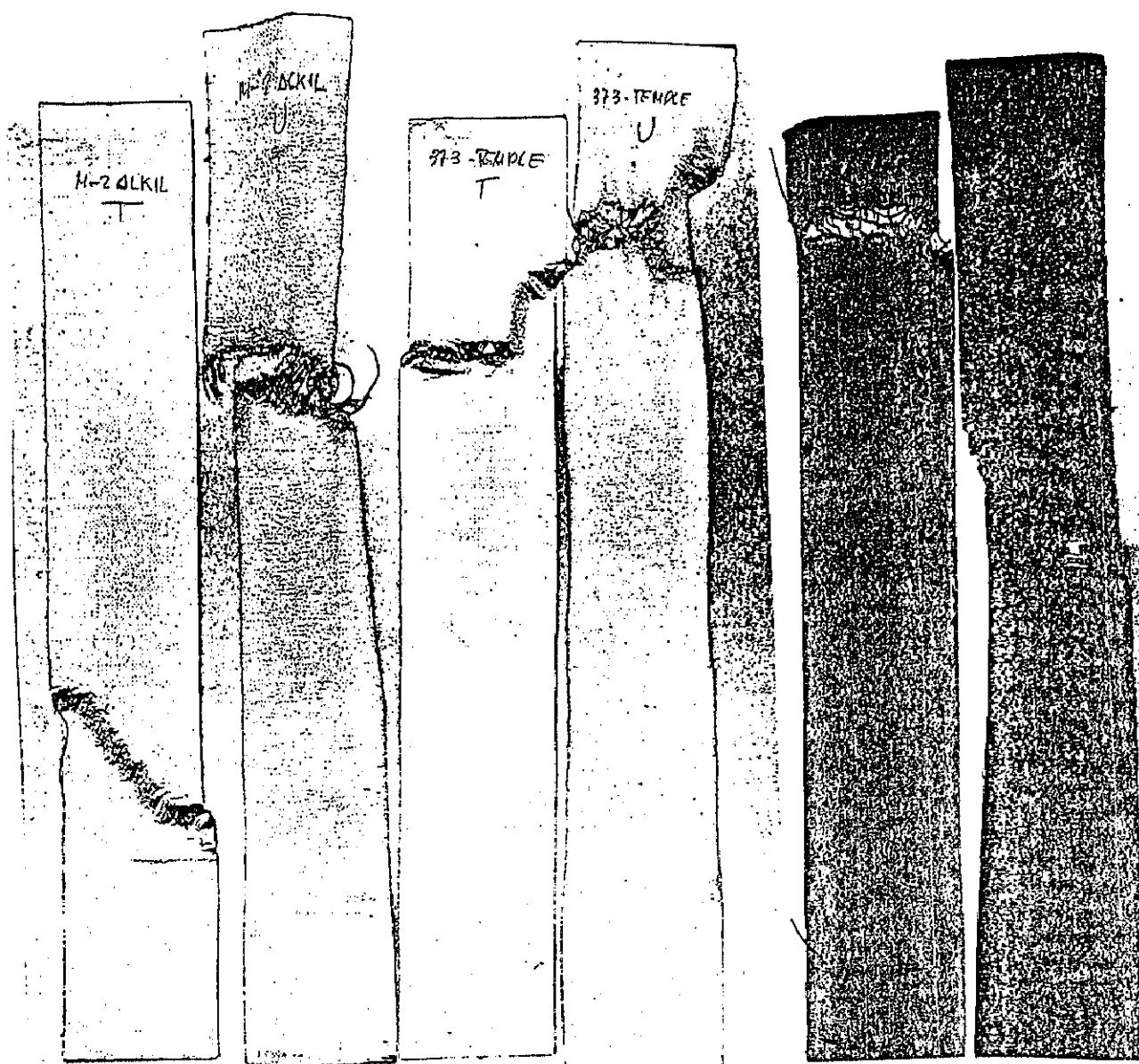
TEST DE ROTURA Y ALARGAMIENTO

Todas las probetas han sido cortadas con idénticas dimensiones: 30 x 60 cm.

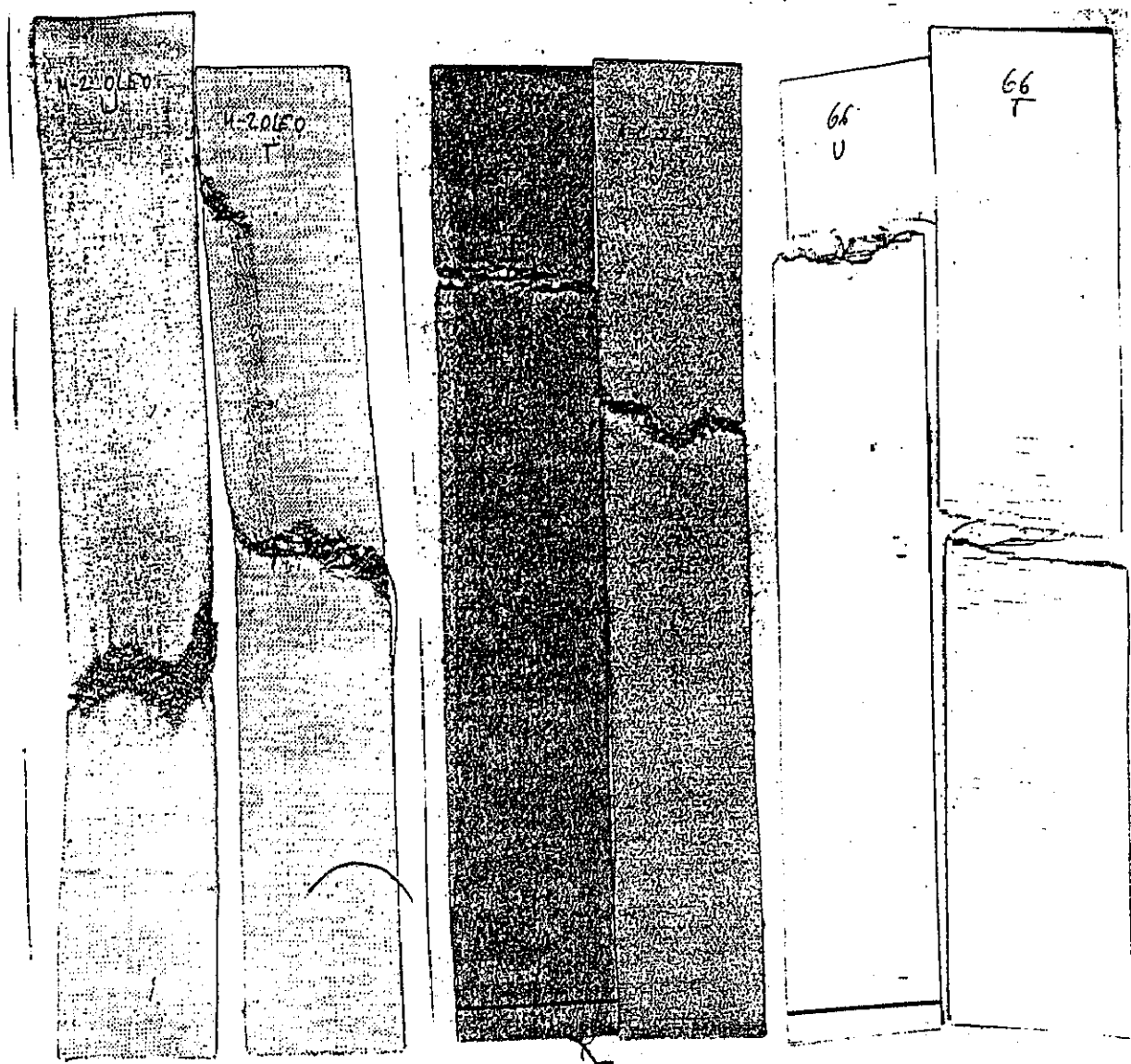
En las páginas siguientes se puede apreciar las diferentes respuestas de las muestras ante idéntica fuerza inicial lo que hace patente las diferencias entre ellas y en las tablas VI y VII aparecen los valores referidos a la fuerza, kgs. de carga necesarios para romperlas y % de alargamiento experimentado.



ASPECTO QUE HAN TOMADO LAS MUESTRAS INDICADAS DESPUES DE
SER SOMETIDAS A LA PRUEBA DE ROTURA Y ALARGAMIENTO



ASPECTO QUE HAN TOMADO LAS MUESTRAS INDICADAS DESPUES DE
SER SOMETIDAS A LA PRUEBA DE ROTURA Y ALARGAMIENTO





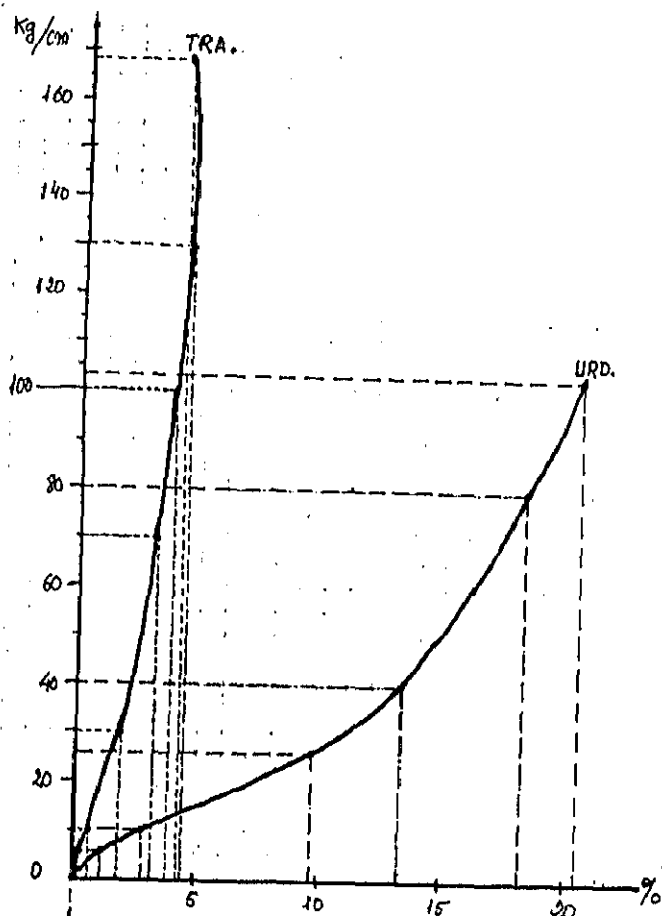
Aspecto de la tela en crudo de los tipos 373-TEMP
LEVANTE-16.

TABLA VI

T E L A	DINAMOMETRO		RESISTENCIA A LA ROTURA kg/cm			
	Escala kg.	VC cm/min.	URDIMBRE		TRAMA	
			Probeta	Media	Probeta	Media
M2-ALKIL	200	10	100 116'5 108 90 ---	103'62	135 177 172 186 174'25	168'85
373-TEMPLE	200	10	94 96 97 89 99	95	148 151 148 158 161	168'85
M-2 OLEO	200	10	118 111 116 114 114	114'95	150 162 182 164 162	164
M-2T-MARRON	UR. 200 TR. 500	10	107'5 104 106 93 102	102'52	160 172'5 160 162'5 ---	163'75
AC-22	200	10	156'5 143'5 136 148'5 133	143'42	140 147 143 155 154	147'8
66	200	10	41 26 39 36 39	36'3	20 20 14 20 18	18'4
LEVANTE-20	200	10	120 135 109 131 131	125'22	130 113 120 144 105	102'4
LEVANTE-25	200	10	54 52 53 53 54	53'22	59 62 57 61 60	59'8
LEVANTE-90	200	10	56 48'5 56 55 54	53'9	44 43 41 42'5 43	42'7
LEVANTE-16 Sin imprimación	200	10	89 78 92 89 83	86'22	113 102 100 99 ---	103'5
373-TEMPLE Sin imprimación	200	10	86 90 79 90 91	87'2	100'5 90 103'5 107 ---	100'25

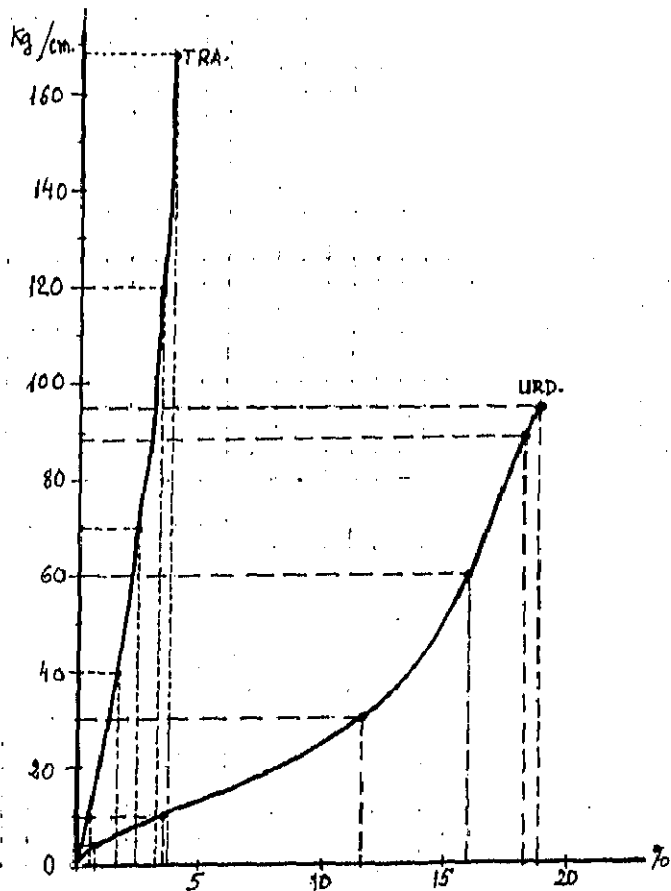
TABLA VII

T E L A	DINAMOMETRO		ALARGAMIENTO %			
	Escala kg.	VC cm/min.	URDIMBRE		TRAMA	
			Probeta	Medio x 2'5	Probeta	Medio x 2'5
M2-AIKI1	200	10	7'4 8'8 8'4 8'2 ---	20'5	2'0 2'4 1'9 1'15 1'1	4'27
373-TEMPLE	200	10	7'5 7'55 7'4 7'5 7'75	18'85	1'5 1'5 1'4 1'6 1'5	3'75
M-2 OLEO	200	10	7'4 7'0 7'0 6'85 7'2	17'72	1'4 1'55 1'6 1'6 1'6	3'87
M-21-MARRON	UR. 200 IR. 500		6'4 6'4 6'3 6'1 6'35	15'77	1'5 1'7 1'5 1'6 --	3'93
AC-Zz	200	10	4'05 4'05 3'8 4'15 3'9	9'95	2'2 2'4 2'2 2'4 2'35	5'7
66	200	10	2'6 1'6 2'3 2'25 2'25	5'5	4'4 4'35 3'4 4'4 4'15	10'35
LEVANTE-20	200	10	3'1 3'2 3'0 3'3 3'1	7'85	2'3 2'2 2'2 2'5 2'15	5'62
LEVANTE-25	200	10	6'4 5'8 6'0 6'0 6'4	15'3	5'2 5'9 4'7 5'6 5'2	13'3
LEVANTE-90	200	10	7'0 5'95 7'1 7'0 7'2	17'1	4'7 4'4 4'2 4'6 5'0	11'45
LEVANTE-16 Sin imprimación	200	10	4'2 4'6 4'4 4'4 4'15	10'87	2'4 2'2 2'4 2'4 ---	5'87
373-TEMPLE Sin imprimación	200	10	5'9 6'4 5'4 5'8 5'75	14'62	1'6 1'7 1'7 1'6 ---	4'12

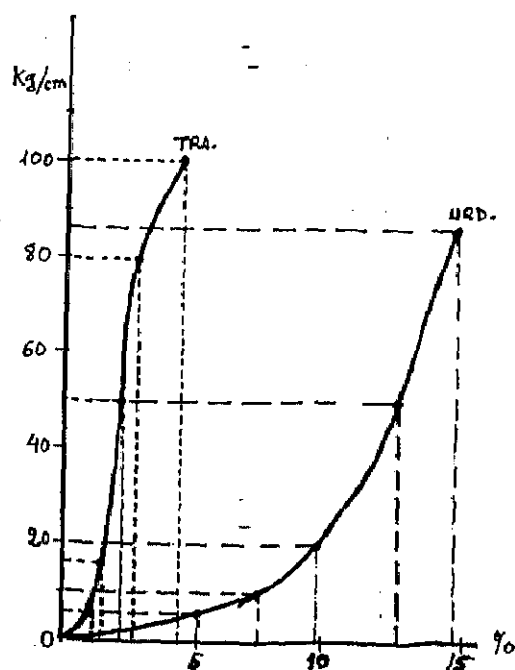


M2 - ALKIL

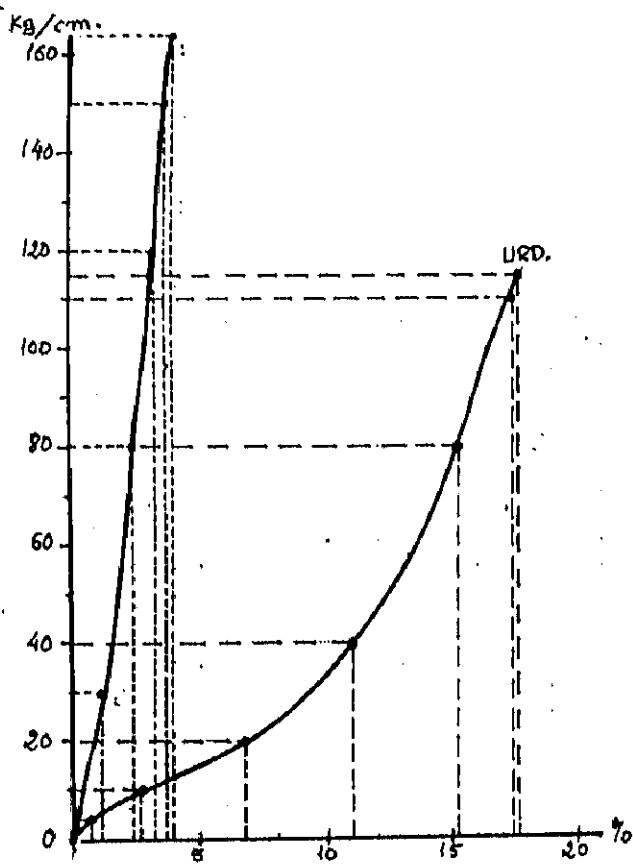
CURVAS DE
ALARGAMIENTO



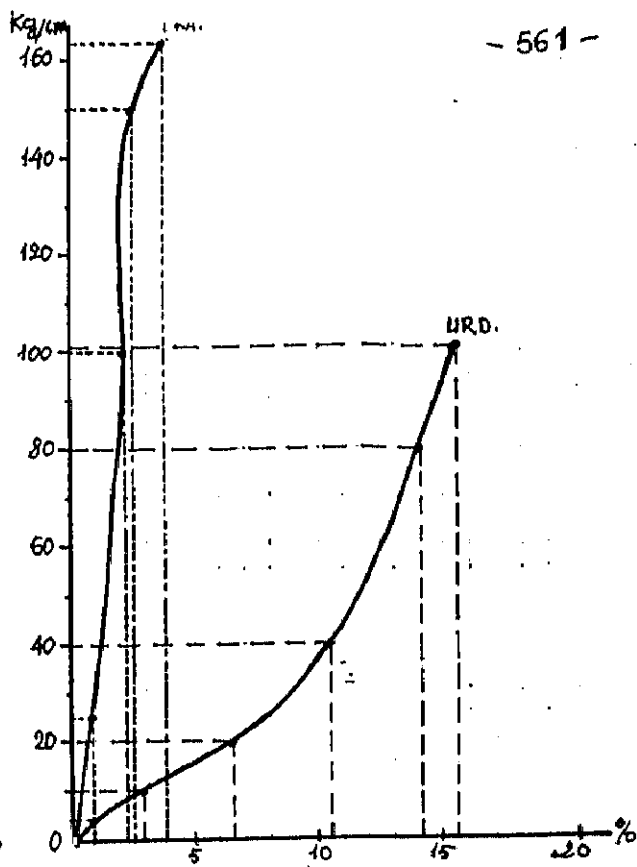
373 - TEMPLE



373 - TEMPLE (Crudo)

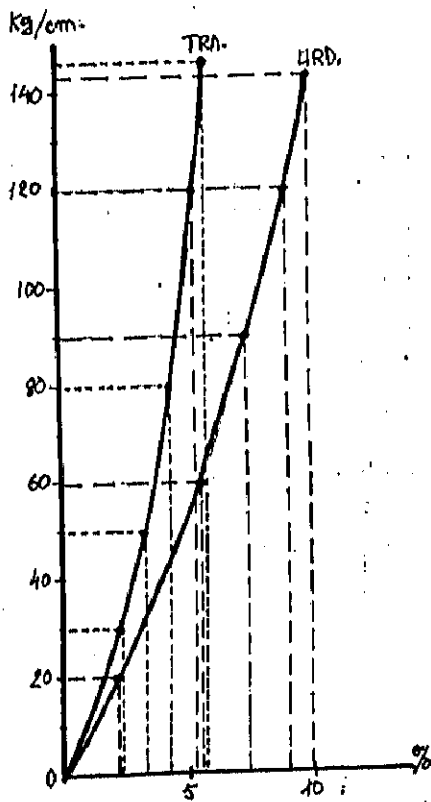


M2 - OLEO

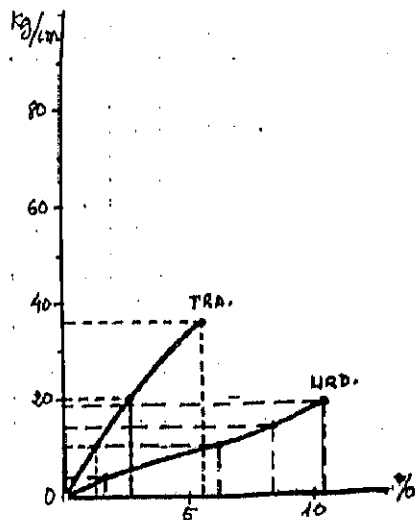


M2T - MARRON

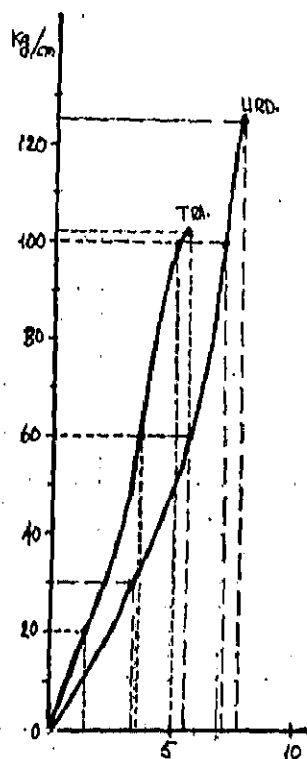
CURVAS DE ALARGAMIENTO



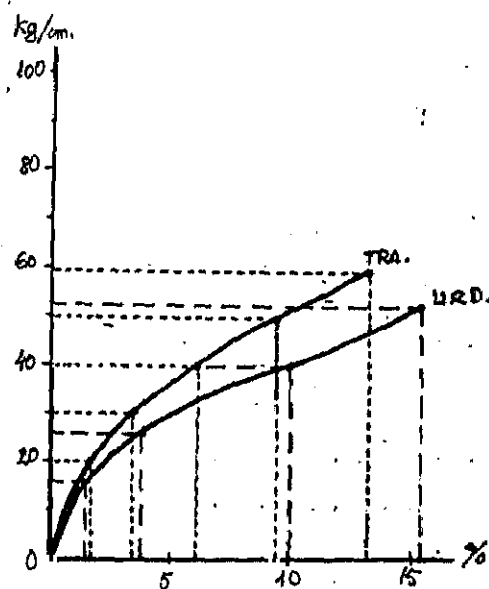
AC - 22



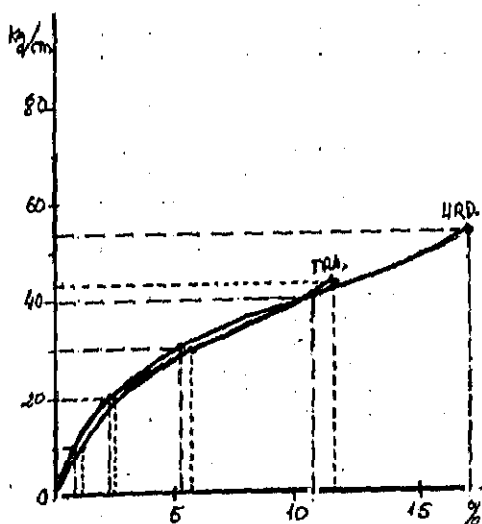
CURVAS DE ALARGAMIENTO



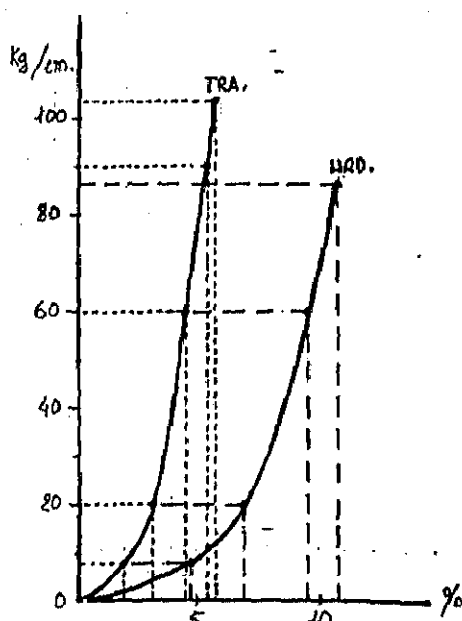
LEVANTE - 20



LEVANTE - 25



LEVANTE - 90



LEVANTE- 16 (Crudo)

E. TASSINARI da la fórmula para hallar la DENSIDAD y TENACIDAD de un tejido:

$$\text{DENSIDAD} = \text{N}^{\circ} \text{ hilos/cm.} \times \text{N}^{\circ} \text{ pasadas/cm.} = \dots\dots \text{cm}^2.$$

$$\text{TENACIDAD} = \frac{\text{CARGA (g/cm)}}{\text{PESO (g/cm}^2 \text{)}} = \text{g}$$

La fórmula para hallar la DENSIDAD de las telas en estudio ya se ha aplicado en su lugar correspondiente. De la aplicación de la fórmula para averiguar la TENACIDAD, se obtienen los siguientes resultados:

TABLA VIII

MUESTRA	TENACIDAD CON IMPRIMACION		EN CRUDO	
	URDIMBRE	TRAMA	URDIMBRE	TRAMA
M2-ALKIL	240'08	391'21	-	-
373-TEMPLE	286'53	509'27	394'32	453'33
M-2 OLEO	292'01	416'61	-	-
M-21 MARRON	229'61	366'83	-	-
AC-22	305'33	314'70	-	-
66	147'42	74'72	-	-
LEVANTE-20	350'94	287'03	-	-
LEVANTE-25	168'06	188'91	-	-
LEVANTE-90	150'45	119'19	-	-
LEVANTE-16 (crudo)			228'06	273'38

TABLA IX

RESUMEN DE PARAMETRIA FISICA

MUESTRA	DEL TEJIDO									DEL HILO					
	P E S O			E S P E S O R			D E N S I D A D			T I T U L O		N U M . M E T R .		D E N I E R	
	CRUDO	CON IMPRIMACION	DE LA IMPRIMACION	CRUDO	CON IMPRIMACION	DE LA IMPRIMACION	Sentido URDIMBRE	Sentido TRAMA	DEN.	De URDIMBRE TEX	De TRAMA TEX	De URD. Nm.	De TRA. Nm.	De URD. Den. g/9000m	De TRA. Den. g/9000m
	g/m2.	g/m2.	g/m2.	mm.	mm.	mm.	nº hilos /cm.	nº pasadas /cm.	cm2.	g/1000m.	g/1000m.	m/lg	m/lg	g/9000m	g/9000m
M2-ALKIL ..	291'71	431'60	139'89	0'569	0'602	0'033	15	14	210	84'13	---	11'88	---	757'57	---
373-TEMPLE..	221'14	331'55	1110'40	0'541	0'463	0'012	17	17	289	50'85	49'51	19'68	20'20	457'65	445'59
M-2 OLEO ...	275'90	393'65	117'65	0'563	0'539	0'024	14	14	196	77'02	---	---	---	---	---
M-2T-MARRON..	285'41	446'39	160'98	0'545	0'584	0'039	12	13	156	86'14	---	11'61	---	775'26	---
AC-22	---	469'65	---	---	0'538	---	11	12	---	---	---	---	---	---	---
66	---	246'22	---	---	0'314	---	13	11	143	---	---	---	---	---	---
LEVANTE-20 .	---	356'75	---	---	0'399	---	12	10	120	---	---	---	---	---	---
LEVANTE-25 .	---	316'55	---	---	0'443	---	12	11	132	---	---	---	---	---	---
LEVANTE-90 .	---	358'25	---	---	0'446	---	12	11	132	---	---	---	---	---	---
LEVANTE-16 .	377'96	---	---	0'336	---	---	12	13	156	85'86	75'14	11'65	13'31	772'74	676'26

3.5.2. Identificación microscópica de fibras textiles

- Para conocer la naturaleza exacta de un tejido es necesario proceder a la identificación de las fibras textiles que componen los hilos. Puede ocurrir que estén integrados por fibras de un solo tipo o bien que sean varias, diferentes, las que entren a formar parte de los procesos de hilatura.

- Según sea la finalidad a la que se vaya a destinar el tejido, esta mezcla de fibras puede carecer de importancia práctica, pero también pudiera beneficiar o perjudicar a la tela, etapa final del proceso textil.

Está generalmente aceptado en términos pictóricos, que las telas que han de servir como soporte a una pintura, no deben llevar mezcla de fibras en la composición de los hilos pues el distinto comportamiento de aquéllas ante los agentes externos, puede tener como consecuencia negativa un comportamiento irregular de la tela ante los mismos con el consiguiente perjuicio para las capas de pintura que el tejido sustenta.

Hay procedimientos compensatorios que intentan paliar los comportamientos presumiblemente negativos de las telas cuyos hilos contengan mezcla de fibras. Pero no cabe duda de que para llegar a una conclusión tal, en primer lugar se impone como premisa inicial, la identificación indudable de las fibras textiles que componen los hilos; ello puede dar la clave de comportamientos anómalos causantes de daños en las capas de color.

Sentados estos planteamientos previos de la cuestión y teniendo presente cuáles son las técnicas microscópicas para la identificación de fibras expuestas anteriormente, pasemos seguidamente a exponer el proceso seguido para la identificación de las fibras textiles por medio de la observación de su aspecto longitudinal y sección transversal de las mismas de los tejidos que nos ocupan en el presente trabajo, que ha sido hecha en el Laboratorio de Química del citado Instituto de Investigación Textil de Terrassa a cargo de la especialista D^a MONTSERRAT CARO. La documentación fotográfica fué hecha por mí posteriormente en el Laboratorio de Química del Taller de Restauración de la D.F.B. con el asesoramiento técnico de su titular, D^a INMACULADA MARTIN, aunque solamente referida al aspecto longitudinal por no disponer del equipo necesario para preparar las secciones transversales.

El proceso a seguir se inicia con la preparación microscópica de las muestras para pasar a la observación al microscopio de polarización con luz transmitida con el fin de poder identificar los caracteres que definen las fibras textiles.

Preparación microscópica

Comprende varias acciones:

- a) Separar del tejido, hilos de URDIMBRE e hilos de TRAMA.
- b) De una porción de cada uno de ellos, con un punzón se separan las fibras que integran el hilo colocándolas en el

portaobjetos siguiendo una colocación standard.

Fig. 102. Separación de las fibras con la ayuda de un punzón (arriba) y colocación habitual de las fibras en el portaobjetos (abajo).

c) Sobre las fibras esparcidas, se echa una gota de SOLUCION IODICA o reactivo de tinción, esparciendo bien las fibras con el punzón para que se empapen bien de la solución a fin de que ésta, al teñirlas, favorezca su identificación. El sobrante de solución se elimina con los bordes de un poco de papel secante.

d) Sobre las fibras impregnadas de solución yódica, se deposita 1 gota de SOLUCION SULFURICA tapándolas con el cubreobjetos apoyando después el secante para que absorba todo el sobrante de ambas soluciones.

Así preparadas, se llevan al microscopio para proceder a su identificación.

En esta primera inspección se observa el aspecto longitudinal que se nos ofrece en el objetivo con las características externas de las fibras (ver cap. I en donde se exponene los caracteres externos de diversas fibras textiles).

Pudiera ocurrir que las fibras contengan una cantidad excesiva de diversas materias aprestantes que impidiesen una buena

visión de la fibra al microscopio, en cuyo caso sería conveniente someterlas a baños desaprestantes para poder estudiar la fibra limpiamente.

Baños desaprestantes. - Se comienza siempre por el más sencillo, aumentando gradualmente su complejidad a medida que aumentan las dificultades en la eliminación de las materias adheridas:

1º.- Agua: para el caso de que las sustancias a eliminar pudiesen ser solubles en ella.

2º.- Agua + tensoactivo: para eliminar jabones.

3º.- Agua + bactolasa(enzima): para eliminar sustancias de apresto de índole orgánica. Proporciones: 1l/1g. En un vaso de precipitados calentar a 65°C durante media hora; después lavar con agua corriente y secar en la estufa.

4º.- Disolvente (acetona u otros). Empezar siempre por los más suaves e ir aumentando gradualmente su poder disolvente.

Preparación de las soluciones IODICA y SULFURICA

Esta solución es la que se utiliza en el Laboratorio de Química del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial de Terrassa y la que se ha aplicado en este caso para proceder a la identificación de las fibras en estudio.

a) Solución iódica.— En 100cc. de agua, se diluye 1g de yoduro potásico, añadiendo cerca de 1g de yodo pulverizado y agitando-lo. La solución debe de estar clara y tiene que quedar un precipitado de yodo cristalizado no disuelto. Se conserva en una botella de cristal oscuro.

b) Solución sulfúrica.— Se mezcla en un matraz 40cc de glicerina bidestillada pura (para análisis) p.a. con 20cc de agua destilada y, agitando, se añaden, gota a gota, 48cc de SO_4H_2 puro (66^ºB). Se conserva en un frasco tapado. El matraz ha de enfriarse mediante chorro constante de agua que le rodee por el exterior.

La celulosa toma color AZUL (ver "Reactivos" en el punto 3.4.4.4. de este cap.).

La observación del aspecto longitudinal se completa con la observación de la sección transversal — haciendo un corte perpendicular a un haz de hilos con ayuda de microtomo — que, en caso de duda, contribuye a aclarar la cuestión acerca de la naturaleza exacta de la o de las fibras en estudio. Como apoyo para estas observaciones, existen publicaciones con abundancia de reproducciones que ilustran los dos aspectos citados de las fibras.

Siempre que sea posible, se debe documentar fotográficamente el resultado de la observación pues las fibras no pueden ser conservadas indefinidamente en el portaobjetos.

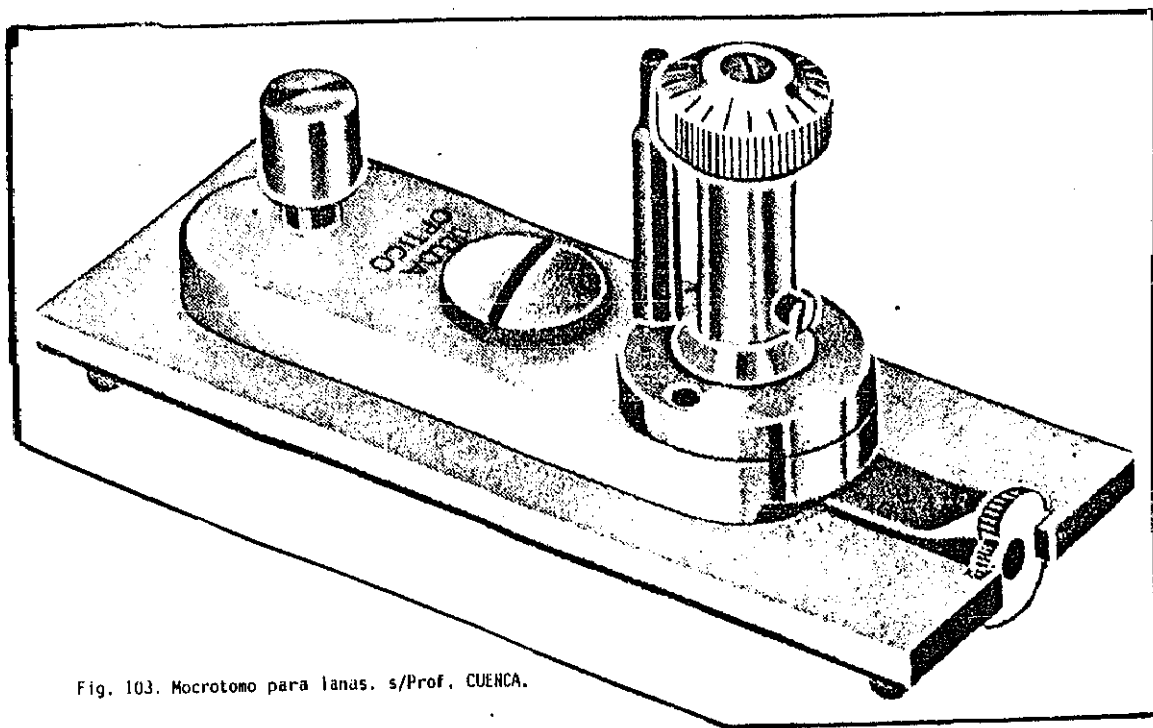


Fig. 103. Microtomo para lanas. s/Prof. CUENCA.

Los resultados derivados de la observación microscópica del aspecto longitudinal de las muestras de las fibras textiles en estudio son los siguientes:

M2-ALKIL Urdimbre: LINO
 Trama: LINO

En ambos casos son fácilmente identificables los caracteres propios de esta fibra que la definen con claridad. (Ver LAMINAS II-III)

373-TEMPLE Urdimbre: LINO. Aparece impregnado de resinas
 Trama: LINO. Idem. (Ver LAMINAS VIII-IX)

M2-OLEO Urdimbre: LINO. También aparece impregnado de resinas
 Trama: LINO. Idem. (Ver LAMINA XIV)

M-2T-MARRON Urdimbre: LINO. En algunas zonas se ve con suciedad probablemente debida a restos de colas, grasas o similares. Para verla completamente limpia sería necesario someterla a un lavado enzimático; no obstante son claros los caracteres típicos de esta fibra.
 Trama: LINO. (Ver LAMINAS XIX-XX)

- AC-22 Urdimbre: LINO. Como 1a M2-OLEO.
Trama: LINO. Idem. (Ver LAMINAS XXV-XXVI)
- 66 Urdimbre: ALGODON. Aparece con restos de la imprimación.
Trama: ALGODON. Los restos de la imprimación se han podido retirar por completo y se puede observar limpiamente que la fibra ofrece los caracteres propios como es el aspecto de cinta plana que se retuerce. (Ver LAMINAS XXXI-XXXII)
- LEVANTE-20 Urdimbre: LINO. Tiene acumulaciones de resinas.
Trama: LINO. Idem (Ver LAMINAS XXXVII-XXXVIII)
- LEVANTE-25 Urdimbre: POLIESTER. Diámetro uniforme. Transparente. No se tiñe con el reactivo.
VISCOSA. Color azul marino oscuro uniforme. Forma como de un tubo uniforme, regular.
Trama: POLIESTER/VISCOSA/ALGODON. (Ver LAMINAS XLIII-XLIV)

Las proporciones calculadas de cada una de las fibras es la siguiente:

En la urdimbre	=	VISCOSA	50%
		POLIESTER	50%
En la trama	=	VISCOSA	10-20%
		POLIESTER	20-30%
		ALGODON	60%

- LEVANTE-90 Urdimbre: POLIESTER/VISCOSA.
Trama: POLIESTER/VISCOSA/ALGODON. (Ver LAMINAS XLVIII-XLIX)

Proporciones calculadas para cada una de las fibras:

En la urdimbre	=	POLIESTER.....	50%
		VISCOSA	50%
En la trama	=	POLIESTER	10%
		VISCOSA	40%
		ALGODON	50%

La VISCOSA es fibra que se arruga y encoge traspasando estos caracteres al tejido, pero la presencia del POLIESTER contrarresta esta acción dándole, además, resistencia.

- LEVANTE-16 Urdimbre. LINO.
Trama. LINO (Ver LAMINA LIV-a)

El fabricante de lienzos "LEVANTE" ha tenido a bien proporcionar algunos datos técnicos acerca de la fabricación del tejido. Así, las telas "LEVANTE-25 Y 90" llevan en la urdimbre, POLIESTER y FIBRANA (o viscosa) y en la trama, POLIESTER, FIBRANA y ALGODON. Las telas LEVANTE-20 Y 16 tanto en urdimbre como en trama, llevan LINO en floca.

La mezcla existente en las núms. 25 y 90, lo es con el fin de dar estabilidad al tejido siendo por ello distintos los porcentajes en urdimbre y trama.

La documentación fotográfica en donde se ven las fibras en su aspecto longitudinal con indicación de los aumentos correspondientes aparece en las láminas ya indicadas.

La observación de la sección transversal ha sido hecha en el Laboratorio de Química del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial corriendo a cargo de la especialista M. CARO.

Para las fibras de lino era claramente observable la forma exagonal de las células con el punto central correspondiente al lumen y la forma alubada de las células de algodón.

Las fibras químicas no ofrecían duda alguna tras la observación del aspecto longitudinal, corroborado todo ello con los datos proporcionados por el fabricante.

La identificación microscópica de las fibras textiles integrantes de las muestras de las telas estudiadas y de los compo-

nentes de sus imprimaciones, se ha realizado con el siguiente equipo de microscopía:

- Microscopio de polarización "Polarizing Microscope OPTIPHOT-POL", NIKON.

Características del sistema óptico:

- Oculares: CFW 10X/CFW 10X CM (con escala graduada para medir espesores).
- Objetivos: Revólver con 4 objetivos: M Plan 5, 10, 20, 40XDIC.

Sistema iluminador:

- Potencia: 220/240v — 50/60 Hz
- Lámpara: 12v/50w.
- Fusible: 0'75A.

Equipo microfotográfico:

- Photomicrographic Attachment
MICROFLEX AFX-II
NIKON MODEL: AFX-II
220/240v—50/60Hz.
0'5A.
Con triocular CF PL 2'5X

Cámara de fotos: NIKON FX35

- Microscopio estereoscópico (o lupa binocular):

NIKON SMZ-1/1B.

Características del sistema óptico:

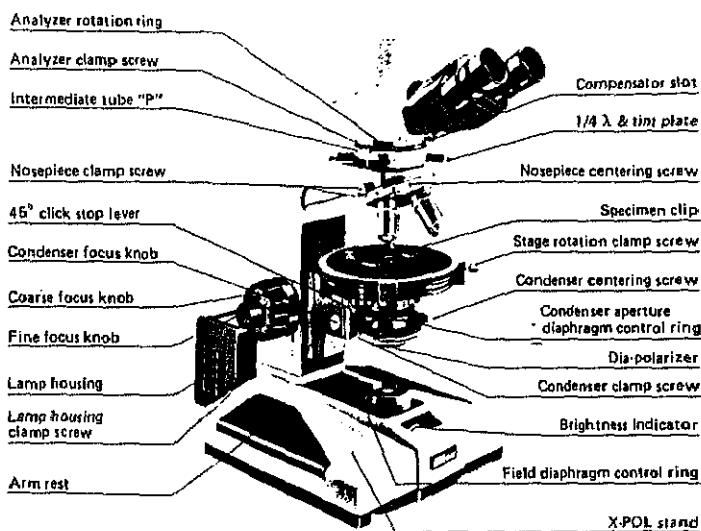
- Ocular: 10X.
- Objetivos: 1X - 6'3X.
- Anillos de aumento u objetivo auxiliar: 2X.

Sistema iluminador: "Intralux 6.000"

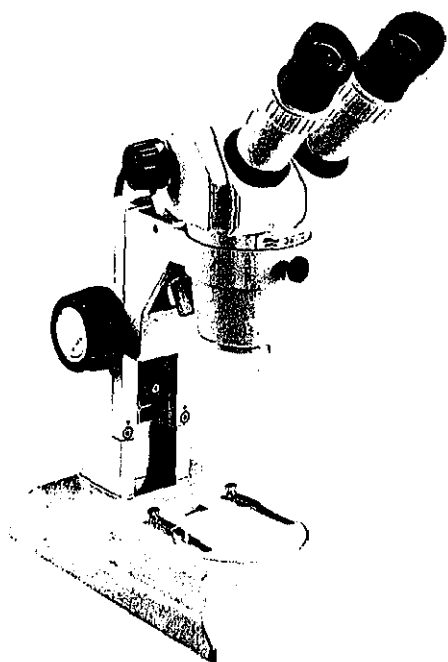
- Potencia: 220v — 92'5W
50/60 Hz.
Con filtro azul

Equipo microfotográfico: como el del microscopio de polarización.

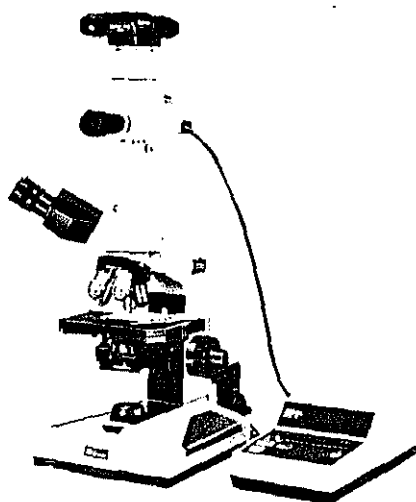
MICROSCOPIA



LUZ TRANSMITIDA MICROSCOPIO POLARIZADOR



LUZ REFLEJADA MICROSCOPIO ESTEREOSCOPICO



MICROFOTOGRAFIA

Según las circunstancias concretas, el sistema de iluminación ha sido el de luz reflejada cuando se ha trabajado con lupa binocular (observación de la estructura del tejido, estratigrafías e identificación de aglutinantes con reactivos FUCSINA, NEGRO AMIDA y NEGRO SOUDAN) y luz transmitida para la identificación de las fibras textiles con el microscopio de polarización.

Con la iluminación transmitida se pone en evidencia el aspecto que tiene la fibra vista en su sentido longitudinal siendo claramente reconocibles los caracteres morfológicos de cada una de ellas, así como la forma de las células en su sección transversal.

La observación se ha hecho en campo claro, excepto en los casos de las fibras de trama de la LEVANTE-16 y las de urdimbre y trama de la tela denominada "VELAZQUEZ" (ver punto 4.2.3.) para las que también se ha hecho la observación en campo oscuro. En cualquier caso, los caracteres típicos de las fibras se aprecian claramente.

Hay otras técnicas de microscopía que en este caso no se han utilizado por carecer de equipo adecuado ni tener posibilidad de acceso a él, como es el caso de la microscopía UV; la microscopía electrónica de transmisión y de barrido, microsonda electrónica.

Microscopía UV.— La iluminación del microscopio se hace con rayos UV lo que provoca la fluorescencia de la materia en

observación permitiendo la identificación de algunos elementos en muestras estratigráficas por simple observación visual. Es muy útil en la identificación de pigmentos que toman un color determinado bajo la radiación UV facilitando su identificación.

La luz ultravioleta provoca la fluorescencia de ciertos materiales en su superficie que muestran diferentes colores e intensidades de fluorescencia lo que contribuye a favorecer su identificación.

Cuando una radiación electromagnética, como la luz UV, incide sobre una materia, parte de ella puede ser absorbida ocasionando transiciones electrónicas en algunas de las moléculas del material; tales moléculas excitadas pierden rápidamente su exceso de energía electrónica por medio de una transformación en otras formas de energía, como puede ser la energía vibracional, o puede ser emitida en parte como radiación llamada "fluorescencia".

La fluorescencia tiene siempre una longitud de onda más larga que la radiación absorbida (regla de STOKES). Además se produce en una longitud de onda fija independiente de la longitud de onda de la radiación que se absorbe.

La mayoría de los compuestos fluorescentes son compuestos orgánicos mientras que en los inorgánicos es fenómeno menos frecuente. Los compuestos cristalinos inorgánicos pueden mostrar fluorescencia o fosforescencia aunque esto va frecuentemente asociado a irregularidades en la estructura del cristal

como huecos o impurezas.

Aplicado el fenómeno de la fluorescencia para completar el conocimiento de las fibras textiles, G. CAPRON, en la obra citada a lo largo de este trabajo, ofrece una relación de fluorescencias observadas en fibras textiles proporcionada por varios autores en una Conferencia celebrada en Lille el 13 de Mayo de 1939.

Según Fr. DERVAUX:

Lana	Blanco azulado
Viscosa	Crudo sin brillo
Algodón	Blanco violáceo
Algodón mercerizado	Color humo claro
Rayón nitrado	Crudo
Rayón al cobre	Amarillo paja

Según P. MASTIER:

Rayón nitrado	Crudo ligeramente verdoso
Rayón viscosa	Azul-verde
Rayón al cobre	Azul-gris
Algodón	Crudo sucio
Algodón mercerizado	Gris

Según HAITINGER, la viscosa tratada en amarillo de metileno, daría una fluorescencia amarilla, mientras que el acetato la daría azul.

Según GUISTELD, se podría distinguir el lino del algodón utilizando el SUNOXOL RAL. Se impregna el tejido mixto de lino- algodón o bien hilos de cada fibra, en una solución al 5% de Sunoxol Ral impregnándolo luego en una solución de carbonato de sodio anhidro al 5%, se escurre y se observa bajo la luz de WOOD viéndose que el lino toma color amarillo claro y el algodón, mercerizado o no, queda de color violeta oscuro.

Otra reacción también sería ésta: una mezcla de fibras de lino y algodón remojada en una solución de Flavophosphine 4G, da para el lino color verde amarillento y para el algodón, pardo oscuro. La Rhodamina N6J, impregnando las mismas fibras daría rojo para el lino y azul-violeta para el algodón.

Como puede verse, es una técnica microscópica de gran utilidad. La fluorescencia producida en la materia es asimismo aplicable a la identificación de pigmentos y aglutinantes como se verá más adelante.

Microscopio electrónico de transmisión.- El poder de resolución de un microscopio depende, entre otras cosas, de la longitud de onda de la luz empleada para la observación aumentando aquél cuando la longitud de onda disminuye. En microscopía, usando luz fría se obtienen imágenes más definidas que con el uso de luz blanca o, lo que es peor, de luz caliente.

Al utilizar radiaciones con longitud de onda menor que la de la luz visible, es de esperar que se obtengan imágenes más detalladas o, si se prefiere, aumentos más acusados en igualdad de detalles, por ejemplo, detalles de dimensiones inferiores a $0.2 \mu\text{m}$. Tales imágenes invisibles al ojo, podrán ser reveladas con la oportuna técnica de conversión.

De los estudios de la mecánica ondulatoria resulta que las partículas materiales llamadas "electrones" poseen también una naturaleza ondulatoria siendo su longitud de onda notablemente

menor que la de la luz. Por lo tanto, utilizando electrones en lugar de luz, se obtiene un poder de resolución mucho mayor así como aumentos superiores respecto a los del microscopio óptico.

Los electrones no se pueden manipular ópticamente con lentes de cristal; sin embargo, gracias a su carga eléctrica negativa, pueden ser desviados, concentrados y dirigidos utilizando oportunos campos magnéticos que funcionan como lente.

El instrumento que utiliza luces electrónicas y lentes magnéticas se llama "microscopio electrónico de transmisión". Los aumentos que se pueden alcanzar con este tipo de microscopio son del orden de 1.000.000x. Las muestras han de ser de un espesor lo suficientemente débil para que sean transparentes a los electrones, algunas decenas de nanómetros.

Microscopio electrónico de barrido.— Al igual que el de transmisión, este microscopio se basa en el empleo de ondas electrónicas y de una óptica electromagnética. Aunque no permite alcanzar los aumentos del de transmisión (se llega a un máximo de 100.000x), ha tenido un desarrollo y difusión más amplio que aquél, basado en el hecho de que puede aportar imágenes muy realistas de un objeto caracterizadas por un elevadísimo grado de definición acercándolas a la tridimensionalidad de lo que las hace muy familiares por lo cercanas a la realidad.

La superficie del objeto es bombardeada por un sutilísimo haz de electrones primarios, que exploran sistemáticamente a

baja velocidad la superficie de la muestra en extensiones reducidas de 6 a 10 μ . Los electrones secundarios emitidos por la superficie de la muestra por cada uno de sus puntos, son recogidos selectivamente por un detector. La señal ampliada se envía a un tubo de rayos catódicos mediante el cual (como en la T.V.) aparece en una pantalla fluorescente la imagen aumentada del objeto explorado que puede ser registrada fotográficamente. Esta imagen es la clásica del microscopio electrónico y es la más parecida a la imagen óptica.

No se produce el problema de la profundidad de campo que se da en la microscopía óptica y en la microscopía electrónica de transmisión.

Microsonda electrónica.- Combinando las posibilidades del microscopio electrónico de barrido con las propiedades de los rayos-X se ha podido construir el dispositivo que permite análisis elementales cualitativos y cuantitativos sobre una pequeñísima área de pocos micrones cuadrados de una muestra sólida. Esto puede conseguirse con un instrumento llamado "microsonda electrónica".

En el microscopio de escansión el panel de electrones que embiste o bombardea a la muestra, puede suscitar otros electrones secundarios así como una emisión de rayos-X al ionizar las capas profundas de los átomos. Cada punto que sufre o recibe el barrido se convierte en una fuente de rayos-X cuya longitud de onda es característica de los elementos presentes en aquel punto.

Analizando con un espectómetro las longitudes de onda de los rayos-X emitidos, es posible conocer la naturaleza del elemento bombardeado con lo que se realiza su identificación.

Las muestras han de ser preparadas en secciones planas y pulidas haciéndola conductora al revestirla de un sutil estrato de carbono o de oro. Cada punto del objeto puede sufrir la escansión y posteriormente puede ser analizado cualitativamente y cuantitativamente.

3.5.3. Identificación de los materiales de la imprimación: aglutinante y materia de carga.

La preocupación dentro del campo de la conservación y restauración de obras de arte por llegar al máximo y total conocimiento de la materia que compone una obra, ha impulsado a numerosos investigadores en la búsqueda de nuevos procedimientos y métodos de análisis para alcanzar ese objetivo. Muchas veces se parte de técnicas de análisis propias de otro campo de investigación y estudio adaptándolas a los fines específicos del arte y su problemática material. Así se ha ido actualizando la técnica analítica aplicada a los problemas propios de la conservación de las obras de arte.

FUNDAMENTOS DE LAS TECNICAS DE ANALISIS DE AGLUTINANTES POR COLORACION.- Las técnicas de análisis para la identificación de

aglutinantes de las capas de color y preparación de una pintura, tienen su origen en la histoquímica, rama de los análisis químicos que usa reacciones específicas colorimétricas sobre secciones delgadas de tejidos biológicos para hacer evidente su estructura permitiendo determinar al mismo tiempo, en una muestra heterogénea, la identidad y situación de las sustancias que la componen. En estos análisis se puede identificar la clase del compuesto y, más raramente, el compuesto específico e individual. Por ejemplo, distinguir un éster de un ácido graso pero no especificar de qué éster se trate.

Tomando estas técnicas como punto de partida, investigadores de la materia artística han desarrollado técnicas de análisis basadas en la coloración que adquieren diversas sustancias orgánicas intergantes de la materia pictórica como aglutinantes de la misma, para proceder a su identificación, tarea harto dificultosa hasta entonces. Se trata de fenómenos de absorción preferente de un colorante por parte de ciertas materias al producirse entre ellos una afinidad química que, además, resultan resistentes al lavado posterior para eliminar el sobrante de colorante al producirse el baño de coloración.

Una de las dificultades con que se encuentra el analista al afrontar la investigación sobre los materiales que integran una obra de arte, es la heterogeneidad de los mismos dentro de la obra que, en el caso de las pinturas, suelen presentarse en ordenación estratigráfica, o sea, como la superposición de diversas capas o estratos sobre el soporte que comprenden desde

una o varias capas integrantes de la preparación — blanca o coloreada —, una o varias capas de color y el barniz, si lo hubiere, siendo imposible individualizar cada estrato para proceder a su estudio y análisis. En el caso de obras que han de ser restauradas, este hecho suele verse agravado por las circunstancias del propio envejecimiento natural de los materiales, causa de alteraciones que producen cambios en el aspecto y estructura de los mismos, por contacto con otras materias minerales a las que van unidas íntimamente y por las frecuentes intervenciones debidas a la acción humana, no siempre favorables a su buena conservación.

Los aglutinantes de las diversas capas, íntimamente mezclados con los minerales de los diversos tipos de pigmentos, son difíciles de identificar porque, al envejecer, se hacen insolubles.

Los aglutinantes que generalmente se encuentran en una pintura están constituidos por:

Proteínas	{ Gelatina Caseína Clara de huevo
Lípidos	{ Aceite de adormidera Aceite de lino Aceite de nuez
Polisacáridos	Gomas
Mezclas naturales	{ Yema de huevo = proteínas + lípidos Resinas = terpeno + ácidos terpénicos

Mezclas artificiales . . Aceite + cola
Huevo + aceite
Aceite + resina

La investigación se dirige fundamentalmente a distinguir entre dos tipos de aglutinantes:

- Los de naturaleza PROTEICA (huevo, cola animal, caseína)
- Los de naturaleza GRASA o aceites

El estudio de los aglutinantes puede hacerse por métodos de análisis global como espectografía infrarroja o cromatografía sobre placa o gaseosa. Hay otros métodos derivados de técnicas de coloración específicas empleadas en citología aplicables para identificar los aglutinantes de las diversas capas de una pintura. (16) Diversos investigadores han hecho ensayos en este sentido mostrando que ciertos colorantes revelan los aglutinantes a base de grasa o de aceite, como ocurre con el Violeta de Metilo, Azul de Metileno, Azul de Nilo, mientras que otros como el Verde Acido, Iodocásina y Fucsina Acida colorean las proteínas.

Las reacciones coloreadas de los histoquímicos pueden ser aplicadas a este caso siempre que, según M. C. GAY, se tengan en cuenta algunas observaciones:

1. Los aglutinantes orgánicos que se quieren descúbrir y hacer evidentes, están mezclados con minerales de diversa índole presentes en cantidades variables que pueden influenciar las reacciones.

2. Los aglutinantes envejecidos son el resultado de reacciones complejas dependiendo de numerosos factores tales como la naturaleza de los pigmentos a los que acompaña, espesor de la capa, etc.; los productos finales pueden llegar a ser diferentes que los iniciales careciendo de las propiedades físicas o químicas que tenían en origen.

3. En el caso de la capa pictórica, los pigmentos pueden estorbar o dificultar la observación de la coloración producida, por lo que son preferibles las muestras de tonos claros y colorantes de tintas vivas y variadas.

4. Hay que tener en cuenta que la resina poliéster empleada para preparar las muestras (lámina delgada), también se colorea fácilmente como los cuerpos grasos, pero ello no incomoda de forma especial salvo en el caso de una capa muy porosa que se verá impregnada de resina dando una reacción falsamente positiva en el caso de las grasas siendo, entonces, necesario hacer la prueba de coloración por calentamiento. En general, la penetración de la resina queda limitada al contorno de la muestra.

5. La mayor parte de los aglutinantes, en especial aceites y huevo, son insolubles en los disolventes de los colorantes lo que permite una fijación precisa sin fijación previa.

AGLUTINANTE	CONSTITUCION	SOLUBILIDAD
Gelatina	Proteínas	Agua fría o caliente
Aceites	Triglicéridos	En CH C13 (cloroformo)
Clara de huevo	Proteínas	En agua fría si la albúmina no está desnaturalizada por sales metálicas.
Yema de huevo	Proteínas Lípidos	La lecitina hincha en el agua y es soluble en el CH C13.
Caseína	Proteínas	Soluble en soluciones de FNa (caseinato soluble en agua caliente).
Gomas	Polisacáridos	Hinchan en agua.
Resinas	Terpenos	CH C13 Alcohol Acetona

Las numerosas pruebas realizadas han dado como resultado la selección de algunos colorantes considerados como los más eficaces para cumplir con este cometido:

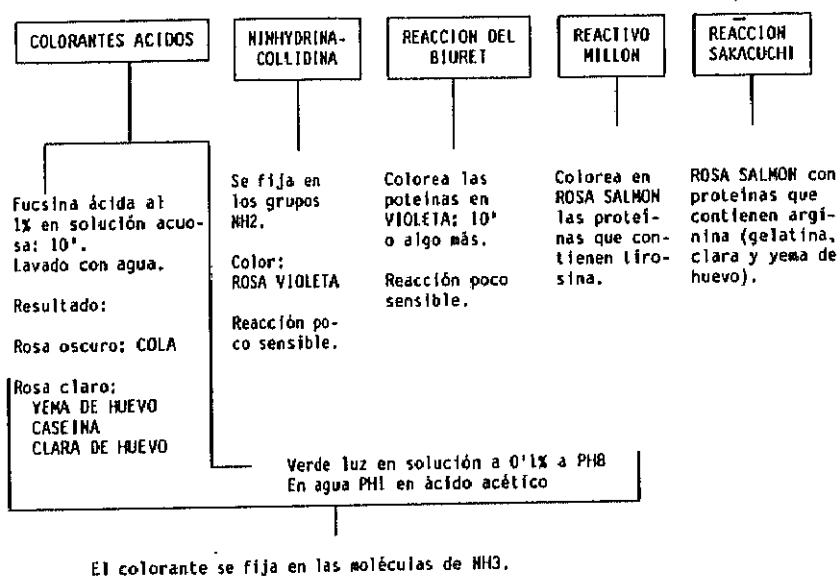
- para proteínas ----- { Negro Amida
Fucsina
Rojo Ponceau S
(hay otros pero son menos eficaces)
- para grasas ----- { Negro Sudán
Oil Red

Identificación de proteínas

Los colorantes de proteínas se fijan a ellas dando coloraciones bastante intensas y netas respecto a los de grasas que lo hacen con éstas con menos intensidad y homogeneidad, quizá

debido a su polimerización que las hace perder afinidad hacia los colorantes liposolubles.

Las proteínas se identifican por medio de las reacciones siguientes:

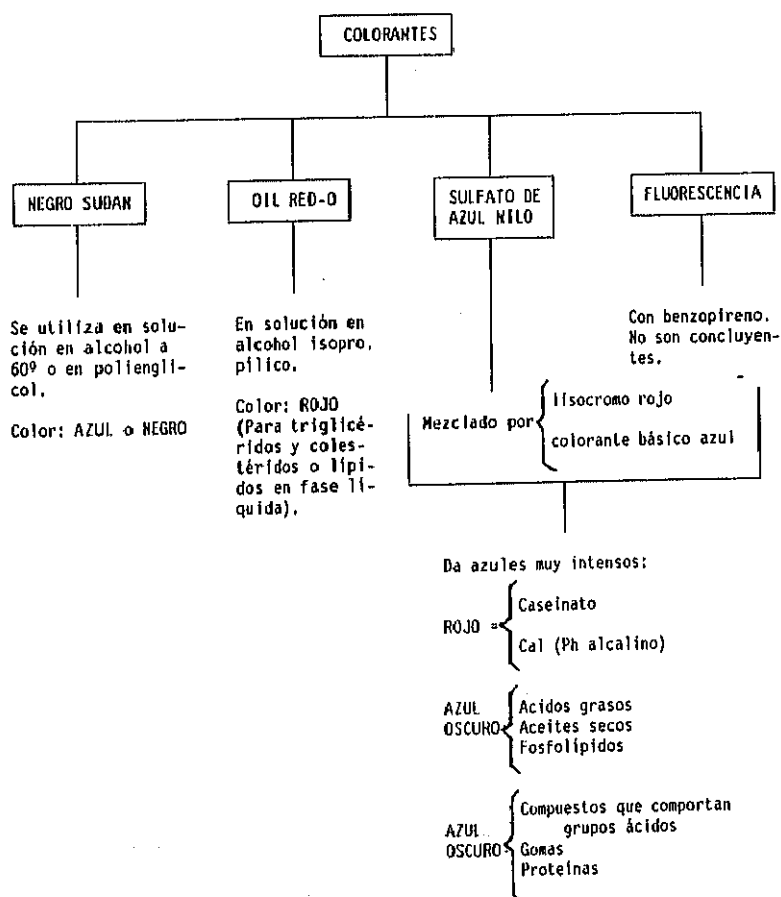


Estas reacciones no permiten distinguir entre las proteínas. Sólo la gelatina puede identificarse con certeza.

A los test de coloración se acompaña otro tipo de pruebas para poder distinguir las proteínas entre sí o los aglutinantes mezclados en emulsión. El procedimiento consiste en sumergir por cierto tiempo y en condiciones standard en el baño de colorante, una sección delgada de la muestra seguida de un lavado para eliminar el exceso de colorante absorbido pero no fijado ya que su presencia podría dar lugar a errores de interpretación.

Identificación de lípidos

Los aglutinantes lípidos son detectados por aglutinantes lisocromos (de un solo color) más solubles en cuerpos grasos líquidos que en el disolvente utilizado.



Para mejor precisar la investigación con las grasas, suelen complementarse los análisis de coloración con test de calentamiento para valorar la temperatura de fusión de un material presente en un estrato. La temperatura a la que se comienza la fusión suele ser característica para cada tipo de aglutinantes:

Cera	60°C comienza la fusión	
Resina	120°C	"
Aceite secativo	160°C	"
Yema de huevo	200°C	"

Métodos complementarios para la identificación de aglutinantes

M.C. GAY, de los Laboratorios de los Museos de Francia, expone varios, dentro de los cuales hay dos muy sencillos de realizar y son:

1. Calentamiento. Calentar una lámina delgada sobre placa caliente. Los resultados que se obtienen serán;

- 120°C con fusión y ennegrecimiento = RESINA
- 140-180°C con fusión y ennegrecimiento = ACEITE
- 200°C y aspecto brillante = YEMA DE HUEVO o HUEVO ENTERO
- 200°C y muy blanco sin brillo = GOMAS o PROTEINAS

2. Solubilidad.

- En agua fría 24h. = COLA, AZUCARES, MIEL, ALBUMINA (si no está desnaturalizada por sales metálicas), GOMA.
- En agua caliente = COLA, GOMA, CASEINA.
- En CH CL3, Alcohol, Acetonas = RESINAS (cloroformo)

Otros: . SO_4H_2 concentrado + CH_3COOH concentrado: 1/1 / GOMAS
 \ RESINAS

. I2 + IK diluido-Lugol diluido: 1/3 - / PROTEINAS
 - ACEITES
 \ RESINAS

. Metracromasia o cambio de color de un colorante básico por fijación y polimerización sobre los sitios electronegativos de sustancias con peso molecular alto.

Colorantes para la identificación de proteínas: NEGRO AMIDA

Contemplando los dos tipos principales de aglutinantes usados en pintura — proteínas y grasas — son las proteínas las que revisten mayores dificultades respecto a su identificación porque son más numerosas que las grasas; de ello es fácil deducir que se haya trabajado más en lograr los reactivos adecuados para evidenciar cada tipo de proteína.

Desde hace muchos años, son muchos los investigadores de la problemática de la conservación de obras de arte que vienen trabajando en este campo: A. EIBNER, W. OSWALD, P. COREMANS, R.J. GETTENS, J. THISSEN, L. KOCKAERT, M. VERRIER, M.C. GAY, E. MARTIN, ... Todos ellos han ido aportando nuevos datos que han posibilitado a los siguientes conseguir avanzar en la resolución de las dificultades existentes en la identificación de aglutinantes u otras materias.

Cabe destacar las investigaciones de M.C. GAY y posteriormente las de Elisabeth MARTIN, de los Laboratorios de

551

los Museos de Francia, concretamente sobre el colorante NEGRO AMIDA, fundamental hoy día para proceder a la identificación de proteínas como aglutinante de las capas de color tanto si van solas como si se presentan en emulsión con materias grasas.

Puesto que las capas de imprimación también se aglutinan con grasas y proteínas, la técnica es perfectamente válida para ellas.

La reacción con el Negro Amida ha sido ensayada sobre los diferentes productos orgánicos que forman parte de la composición de las materias pictóricas. Es claramente positiva con:

gelatina - caseína - yema de huevo - albúmina

y en todos los casos en los que la capa pictórica contiene un aglutinante proteico, adquiere un tinte AZUL-NEGRO más o menos oscuro, según la cantidad de proteínas presentes. Por el contrario, ante una película de aceite, la reacción es negativa: su color no se modifica al contacto de aquélla con el reactivo; ni el yeso ni la creta absorben colorante, por lo que se pone en evidencia solo el aglutinante.

Las ventajas que ofrece esta reacción son varias:

- la coloración azul oscuro permite el estudio de capas rojas en mejores condiciones que con los reactivos Fucsina, Ponceau S, el Verde Luz (demasiado pálido) o dando coloraciones rojas (Millon).

- la simplicidad de su puesta en ejecución sin calentamiento y sin demora, la hace de fácil empleo. Su buena conservación es igualmente apreciable.

- la intensidad de la coloración parece ligada a la cantidad de nitrógeno presente en la proteína, como lo han demostrado trabajos relacionando la intensidad de la coloración obtenida con el Negro Amida a la cantidad de nitrógeno previamente determinada por el método KJELDAHL.

Así el Negro Amida en azul y la Fucsina en rojo, tienen una intensidad de coloración comparable en presencia de cola de gelatina, pero en cambio, las proteínas de la yema de huevo son mucho más fácilmente evidenciables por el empleo del Negro Amida lo que le hace muy adecuado, por ejemplo, para precisar la técnica de la pintura flamenca del siglo XVI, problema que ha dado origen a la investigación.

El empleo de este colorante permite enunciar un cierto número de nuevas informaciones:

- Distinción de diferentes capas sucesivas de color idéntico. Cuando en una observación microscópica parece observarse una única capa, pueden llegar a distinguirse finas veladuras de óleo sobre una pintura a la témpera, particularmente en obras del siglo XVI.

- Determinación de una mezcla de aglutinantes en emulsión. Puede reconocerse la presencia de una mezcla de aglutinantes dentro de una misma capa, a condición de que sea de color claro

y suficientemente rica en aglutinante. En este caso, se compara el aspecto microscópico de capas delgadas coloreadas una con Negro Amida y otra con Fucsina y la capa en seco calentada a una temperatura de 200 a 230°C sobre placa calentadora. El calentamiento pone en evidencia los cuerpos grasos de forma semi-cuantitativa según el aspecto más o menos brillante y la coloración más o menos marrón obtenidos. La existencia en un aglutinante de lípidos y proteínas a la vez, puede provenir de una mezcla artificial del tipo de aceite y cola, en la cual los dos constituyentes se encuentran en emulsión más o menos fina.

- Las emulsiones que podemos encontrar son:

- La mezcla de "huevo + aceite" se identifica por el hecho de que a las proteínas reveladas por el Negro Amida corresponde sobre la capa en seco, a la temperatura de referencia, un aspecto indicativo de la presencia de cuerpos grasos en cantidad más importante que si la yema de huevo sola estuviera presente. Después de una pasada rápida en la Fucsina y un aclarado, la misma capa queda muy poco coloreada, menos que con el Negro Amida.

- La mezcla de "cola + aceite" existente, a veces, en policromías sobre madera, se distingue de la precedente por un test de Fucsina positivo, es decir, por una coloración tanto o ligeramente más intensa que la obtenida con el Negro Amida.

- La mezcla natural "huevo entero" comprende, a la vez, albúmina y yema de huevo y se reconoce por el hecho de que a

muchas proteínas identificadas por el Negro Amida, corresponde a 230°C un aspecto muy poco brillante o reluciente y una tinta beige claro en el caso de una capa blanca (y no marrón como para una gran cantidad de yema de huevo).

Elección de los reactivos. Los test que se utilizan son:

1. Test de calentamiento. Pone en evidencia y de forma semicuantitativa (es decir que el color varía según las cantidades que haya) la presencia de cuerpos grasos por las modificaciones del aspecto que experimenta una capa delgada antes y después del calentamiento a 200-230°C.

2. Test de coloración por el Negro Amida para las proteínas. Para diferenciar las proteínas entre ellas hay tres reactivos a base del mismo colorante Negro Azul Naphtol 10B llamado NEGRO AMIDA, haciendo variar el PH de las soluciones colorantes en medio tampón: el NA1, el NA2 y el NA3. El primero tiene PH de 2'0; el segundo, el PH es de 3'6 y para el tercero es neutro.

El reactivo neutro aún colorea ciertas proteínas como la gelatina. Por el contrario, para colorear la yema de huevo es preferible un reactivo ácido, sobre todo después del envejecimiento de la muestra. Los ensayos realizados muestran que estos tres reactivos pueden poner en evidencia las emulsiones de cola en el aceite sobre muestras recientes pero no sobre muestras envejecidas.

Los tres reactivos de Negro Amida empleados en la

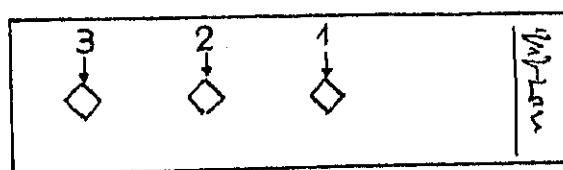
identificación de las muestras de imprimaciones que aquí se estudian, han sido:

- NA1 compuesto de: colorante 1g
 ácido acético glacial 450cm³
 acetato de sodio 0'1N 450cm³
 glicerina 100cm³
- NA2 compuesto de: colorante 1g
 ácido acético N 450cm³
 acetato de sodio 0'1N 450cm³
 glicerina 770cm³
 fosfato disódico 0'2N 30cm³

EL PH de este reactivo es 3'6.

- NA3 compuesto de: colorante 1g
 agua 900cm³
 glicerina 100cm³

Preparación microscópica de las muestras. Se cortan tres trocitos pequeños de la tela — con imprimación — que se va a estudiar a los que denominamos "muestra - 1", "muestra - 2" y "muestra - 3" y se colocan directamente en el porta según el esquema siguiente:



Sobre cada una de ellas se deposita una gota del reactivo en las distintas proporciones según la numeración NA1 - NA2 - NA3 y se pasa a la observación al microscopio. Para que las muestras no se muevan en el porta se fijan con un poco de papel adhesivo transparente, tipo cel-lo.

Resultado. Tomando como modelo los experimentos de Elisabeth MARTIN se expresa por medio del signo "+" la cantidad de proteína presente en cada una de las muestras. Así tendremos:

+ = Poco - Bajo

+ + = Regular - Bastante - Bien - Medio

+ + + = Mucho - Alto

En la tabla siguiente quedan expuestos los contenidos de proteínas encontrados en las muestras de las telas en estudio, mientras que la documentación fotográfica correspondiente aparece en las láminas VI-XII-XVII-XXIII-XXIX-XXXV-XLI-XLVII-LII.

TABLA X
IDENTIFICACION DE PROTEINAS

MUESTRA	NA-1	NA-2	NA-3	RESULTADO
M2-ALKIL ...	++	++	+	Contenido medio
373-TEMPLE ..	+++	+++	+++	Alto contenido
M-2 OLEO	+	+		Contenido bajo
M-2T-MARRON .	-	+++	+++	Alto contenido
AC-22	+	+++		Contenido medio
66	+	+	+	Contenido bajo
LEVANTE-20 ..	-	-	-	
LEVANTE-25 ..	+	-	-	
LEVANTE-90 ..	-	++	+	Contenido medio

Colorantes para la identificación de grasas: NEGRO SUDAN

El reactivo Negro Sudán B colorea todos los lípidos en fase líquida en color AZUL o NEGRO. Se utiliza en solución en alcohol a 60°C o en propilenglicol.

Los resultados obtenidos con los colorantes lisocronos son difíciles de interpretar porque pueden ser falsamente positivos; el Negro Sudán B es un colorante débilmente básico y puede fijarse sobre estructuras ácidas no grasas pero entre todos, dos de ellos colorean fuertemente el medio envolvente y son absorbidos por la creta.

Los resultados obtenidos pueden ser igualmente negativos porque los aglutinantes grasos son secos y no pueden volver a jugar el papel de disolvente del colorante. La forma de operar es como sigue:

Preparación estratigráfica.- La muestra a estudiar se sitúa entre dos cubos de 1 cm./arista de metacrilato y, como adherente, se emplea una disolución de metacrilato de metilo con peróxido de benzoilo al 5%. Se le mantiene adherido y se introduce en la estufa durante 12h. a una temperatura de 50-60°C con el fin de solidificar el conjunto formado por el cubo + muestra.

Posteriormente se da un corte transversal a la muestra por medio de una cortadora sometiéndolo después a un pulido. Los aparatos utilizados en este caso han sido "cortadora" del tipo ACCUTON.STRUERS y la "pulidora" DAP-2.STRUERS.

Estas muestras así preparadas se observan al microscopio para poder comprobar los estratos deferentes que pueda contener y proceder después a la identificación del aglutinante de la capa de imprimación.

Identificación del aglutinante.- La preparación de la solución colorante es como sigue:

Negro Sudán B 0'5g

Dietilenglicol puro 50 ml

La disolución se deja en una estufa a 100°C durante 4h. aproximadamente. Se filtra, para lo cual se introducen en la estufa todos los elementos necesarios para esta operación (embudo, frasco, etc.) con el fin de que estén todos a la misma temperatura. El filtrado se hace dentro de la estufa protegiéndose convenientemente del calor.

Antes de proceder a la coloración de las muestras con el Negro de Sudán, durante media hora, se introduce la muestra en la estufa a 60°C junto con la disolución para que los aceites viejos se licúen un poco. Se echa unas gotas de la disolución en la muestra dejándola en la estufa durante media hora, teniendo cuidado de que no se seque; transcurrido ésta, se introduce la muestra en una disolución de dietilenglicol + agua destilada en relación 80:20 (80%) durante 15 minutos. Otros tantos minutos después se mete en otra disolución de dietilenglicol + agua destilada al 50% con el fin de lavar la disolución eliminando el resto de reactivo.

En este punto de la operación, ya se puede observar al microscopio para comprobar si se ha producido o no cambio en la coloración de la preparación.

El cambio se manifiesta con una coloración azul-negro más o menos intensa que demuestra la existencia de más o menos cantidad de materias grasas en la preparación. Cuanto más aceite hay, más negra aparecerá la muestra.

TABLA XI
IDENTIFICACION DE GRASAS

MUESTRA	NEGRO SOUDAN	RESULTADO
M2-ALKIL	-	-
373-TEMPLE	-	-
M-2 OLEO	+++	Contenido alto
M-2T-MARRON	-	-
AC-22	+	Contenido bajo
66	+++	Contenido alto
LEVANTE-20	++	Contenido medio
LEVANTE-25	++	Contenido medio
LEVANTE-90	+	Contenido bajo

Test de calentamiento para la identificación de las grasas.— La finalidad de esta prueba consiste en comprobar cuál es el comportamiento o reacción experimentada por las capas de

imprimación al ser sometidas a la acción del calor, teniendo como objetivo final la identificación de cuerpos grasos presentes en las capas de imprimación.

La fuente calorífera empleada en esta prueba es una estufa SELECTA, Mod. 209. Las condiciones de la prueba han sido las siguientes:

1ª fase: Temperatura 120°C. Tiempo de exposición: 1h.

2ª fase: Temperatura 200°C. Tiempo de exposición: 1h.

La valoración del resultado se fundamenta en el cambio de color que se haya producido en la capa de imprimación como consecuencia del calor aplicado que afecta de forma más evidente a las materias grasas o aceites que pueda contener, pues el calentamiento provoca su oscurecimiento tomando un matiz distinto según sea la naturaleza de la materia grasa.

Con esta prueba, las proteínas se tornan más brillantes.

Preparación microscópica para la observación del resultado.- En el porta debidamente rotulado con la identificación de la muestra, se colocan dos trozos de la misma tela: uno de ellos correspondiente a la tela sin tratar y el otro, más pequeño, a la misma tela que ha sido sometida al test de calentamiento.

Resultado.- Tomando como referencia los experimentos realizados por M.C. GAY y Elisabeth MARTIN, los resultados obtenidos para las muestras de las telas aquí estudiadas, quedan expuestos en la tabla siguiente:

TABLA XII

IDENTIFICACION DE GRASAS POR MEDIO DEL TEST DE CALENTAMIENTO

TIPO DE TELA	120°C	200°C
M2-ALKIL ...	NO	Blanco poroso Lateral poco marrón
373-TEMPLE ..	NO	Marrón +
M-2 OLEO	Se ha producido cambio de color: POCO POCO	Marrón ++
M-2T-MARRON .	NO	SI. Poco marrón
AC-22	No se aprecias cambio de color	Marrón ++
66	Sí se ha producido una ligera alteración en la coloración de la im- primación+POCO ACEITE	SI. Poco marrón
LEVANTE-20 ..	POCO	Se resquebraja Lateral zona marrón
LEVANTE-25 ..	POCO	Adquiere color ma- rrón
LEVANTE-90 ..	NO	Marrón ++

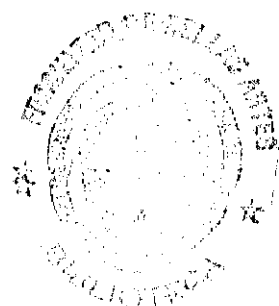


TABLA XIII

RESULTADOS GENERALES DE LA IDENTIFICACION DE AGLUTINANTES

TIPO DE TELA	TEST DE CALENTAMIENTO		NEGRO SUDAN B	NEGRO AMIDA			RESULTADOS
	120°C	200°C		NA-1	NA-2	NA-3	
M2-ALKIL	Blanco poro NO	Blanco poroso Lateral poco marrón	-	++	++	+	CLARA DE HUEVO
373-TEMPLE	NO	Marrón +	-	+++	+++	+++	CASEINA
M-2 OLEO	POCO	Marrón ++	+++	+	+	-	OLEO + POCO PROTEINA
M-2T-MARRON	NO	SI Poco marrón	-	-	+++	+++	GELATINA
AC-22	NO	Marrón ++	+	+	+++	-	HUEVO
66	Si por el revés POCO	SI Poco marrón	+++	+	+	-	OLEO + MUY POCO PRO- TEINA
LEVANTE-20	POCO	Se resquebraja Blanco. Lateral zonas marrón	++	-	-	-	RESINA SINTETICA + PO- CO ACEITE
LEVANTE-25	POCO	Marrón claro	++	+	-	-	RESINA SINTETICA
LEVANTE-90	NO	Marrón +	+	-	++	+	RESINA SINTETICA + COLA POCA GELATINA

IDENTIFICACION DE LOS PIGMENTOS DE LAS CAPAS DE IMPRIMACION.-

El otro elemento integrante de una imprimación es el denominado "materia de carga" que se adiciona a la mezcla de agua y aglutinante (sea el que fuere, proteico, graso o sintético) con el fin de que aquélla adquiriera la consistencia necesaria para proporcionar a la tela la protección conveniente y, por otra parte, ofrecer la textura adecuada — o base — para recibir las capas de pintura que vayan a ser depositadas sobre ella.

La elección del aglutinante y de la materia de carga se hace teniendo muy presente cuál vaya a ser la técnica pictórica a emplear en la ejecución del cuadro con el fin de conseguir un conjunto de materias armónicas y compatibles que aseguren la integración de todos los materiales con el fin de garantizar la durabilidad y permanencia de la pintura como materia y como expresión artística sobre la tela.

Así mismo juega un papel muy importante en el resultado final de la pintura la entonación dada a las capas de imprimación, especialmente — en el caso de ser aplicadas varias — de aquella que va a sustentar directamente a la pintura pues es sobradamente conocida la repercusión que puede tener la entonación de la base en el conjunto cromático de la obra.

Tradicionalmente se han empleado fondos blancos puesto que dotan a las capas de color depositadas sobre ellos de una mayor luminosidad lo cual no ha sido obstáculo para que, en diversas épocas, especialmente a partir del Renacimiento y con la exten-

sión del uso de la tela como soporte, se hayan empleado imprimaciones con entonaciones diversas, nunca de colores estridentes, siempre dentro de las gamas de tierras y grises. No obstante, el tono blanco de la imprimación es el que cuenta con las mayores preferencias por parte de los pintores.

Las telas objeto de este estudio también responden a esta tendencia puesto que todas llevan imprimaciones blancas salvo el caso de una sola, la denominada "M2T-MARRON" cuya preparación, como indica su enunciado, incluye pigmentación que le confiere un tono marronáceo.

Desde la más remota antigüedad en la práctica de la pintura, se han usado una serie de sustancias minerales de color blanco en la elaboración de las imprimaciones de tablas, primero y posteriormente de telas. Un breve repaso histórico del empleo de estos pigmentos en las imprimaciones de cuadros, nos daría el siguiente esquema respecto a ellos, que aparece expuesto en la Tabla XIV.

TABLA XIV

USO HISTORICO DE PIGMENTOS BLANCOS EMPLEADOS PRINCIPALMENTE EN LAS CAPAS DE IMPRIMACION

NOMBRE	COMPOSICION QUIMICA	EPOCA	U S O	COMPORTAMIENTO
BLANCO DE BARIO Barita Permanente	Sulfato de Bario $Ba SO_4$	S. IX	PINTURA Acuarela-Fresco Imprimaciones	No muy cubriente Con aceite queda casi transparente
BLANCO DE PLOMO Albayalde Ceresa Biacca Flamenco Krems	Carbonato básico de Plomo $2Pb CO_3, Pb(OH)_2$	Desde la antigüedad	PINTURA Imprimaciones	Con aceite da mezcla suave y untuosa. Se hace pardo con vapores de azufre. Opaco. Venenoso
BLANCO DE ESPAÑA Creta Inglés De París	Carbonato de Calcio natural $Ca CO_3$	Desde la antigüedad	Imprimaciones	Inerte. De gran masa. Con aceite da una masa amarillenta o parda (masilla). Con cola conserva su blancura. GESSO.
BLANCO DE OLEO Litopón	Sulfato de Bario y Sulfuro de Zinc	S. XIX	Imprimaciones	Inestable. Oscurece con la luz y la humedad. No venenoso.
BLANCO DE ZINC De China	Oxido de Zinc puro $Zn O$	S. XIX - XX (1.840)	Imprimaciones (Como añadido) Pintura	Semi-opaco. Menos cubriente que el de Plomo. No oscurece con azufre. No tóxico. Necesita más aceite que el de Pb: peligro de amarilleo.
BLANCO DE TITANIO Rutilo	Dióxido de Titanio $Ti O_2$	S. XX	Imprimaciones (Como añadido) Pintura	Opaco. Muy denso. Muy cubriente. Inerte. Permanente.
Y E S O	Sulfato de Calcio hidratado $Ca SO_4 2H_2O$	Desde la antigüedad	Imprimaciones	
ANHIDRITA	Sulfato de Calcio $Ca SO_4$	Desde la antigüedad	Imprimaciones	
CAOLIN	Silicato hidratado de Aluminio $Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O$	Desde la antigüedad	Imprimaciones Pintura	Inerte
CUARZO	Dióxido de Silicio $Si O_2$		Imprimaciones	Duro. Resistente.

BLANCO SANGIOVANNI - (Carbonato de Cal CaCO_3).

Calcáreo, proveniente de roca de origen orgánico, abundante en la Europa del Norte (costa inglesa y Francia comprendidas también) en donde se usa mucho en las preparaciones de pintura pero no como pigmento para pintar.

El blanco Sangiovanni de cal carbonatada microcristalina al microscopio se presenta en forma de aglomeración de pequeñísimos cristales redondeados. Los cristales son birrefringentes, con colores de interferencia casi imperceptibles.

BLANCO DE PLOMO - (Carbonato básico de plomo $2\text{PbCO}_3 (\text{OH})_2$)

Conocido desde la antigüedad, es uno de los primeros pigmentos producidos artificialmente tal como testimonian Teofrasto, Plinio y Vitrubio, que, además, indican el método de preparación del plomo mediante el vinagre.

Se trata del pigmento más importante usado en toda la historia de la pintura calculándose que en una pintura al óleo, puede constituir hasta las $3/4$ partes del total de la pintura.

Es un compuesto cristalino, de granulación fina. Generalmente se presenta constituido de pequeñas piezas redondeadas resultante de la aglomeración de cristales más pequeños birrefringentes. Con luz reflejada los cristales son de color blanco lechoso, por lo que es fácilmente identificable al microscopio ya que se presenta en claros fragmentos cristalinos de dimensiones relativamente grandes que, según su orientación habitual, tienen una doble refracción.

Tiene tendencia a cambiar a marrón, gris y negro cuando se ve expuesto a la acción del sulfuro de hidrógeno o cuando se mezcla con algunos pigmentos que contienen azufre.

BLANCO DE ZINC - (Óxido de Zn: ZnO).

Se emplea en la pintura desde la mitad del siglo XIX. El zinc no era conocido antiguamente ni siquiera como metal y solo en el año 1.746 aparece individualizado y descrito como elemento.

El pigmento Blanco de zinc está finamente granulado y por eso es reconocible solo con aumentos elevados. Cada grano, al no ser birrefringente, a diferencia de los del blanco de plomo, ante la luz UV aparece amarillo luminoso.

BLANCO DE TITANIO - (Bióxido de Titanio: TiO_2)

El titanio fué descubierto en el último decenio del siglo XVIII. Como pigmento, tiene un gran poder cubriente.

En el estado de bióxido de titanio puro es poco usado, mientras que sí lo es más como mezcla conteniendo sulfato de bario y de calcio. El óxido de titanio y sus sustitutos o imitaciones como la mayor parte de los pigmentos blancos, tienen solamente caracteres microcristalinos.

Es birrefringente y su aspecto es parecido al Blanco de zinc.

YESO - (Sulfato de calcio bihidratado: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Es de origen natural, no orgánico como lo es el blanco Sangiovanni. Su empleo, especialmente con fines decorativos, es importante desde tiempos prehistóricos.

Además de su uso muy difundido en las preparaciones, frecuentemente se usa también como base para las lacas. A causa de su bajo índice de refracción, el yeso no tiene poder cubriente.

CAOLIN. - Es un silicato hidratado de aluminio: $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$.

Arcilla blanca muy pura, llamada también "arcilla de China" que a veces se usa como aparejo; muy similar al material que se vende como arcilla de porcelana (a veces es exactamente lo mismo) y también en la fabricación del papel.

Es un mineral blanco plástico derivado de la descomposición del feldespato de aluminio y arcilla. Ha sido usado desde la antigüedad en pintura y, ocasionalmente, en imprimaciones. Se encuentra asociado al rojo del bol para dorar.

La denominación le viene del nombre del lugar de China "Kao" alto y "Ling" colina, de donde procedía (a través de francés "Kaolin").

Es un material inerte.

CUARZO o SILICE - Dióxido de silicio: SiO_2 .

Se presenta en la naturaleza en distintas formas: amatista,

cristal de cuarzo, cuarzo ahumado, cuarzo rosa, cuarzo lechoso, ... El ópalo es una variedad de cuarzo hidratado.

Es un mineral bastante duro; sus variedades coloreadas son debidas a pequeñas cantidades de metales pesados en combinación. Es muy abundante y constituyente principal de la arena ordinaria.

Tiene fractura concoidea, brillo vítreo, incoloro cuando es puro y tan duro que raya al acero. En el granito es el componente de color blanco.

El cuarzo cristalizado se presenta en prismas hexagonales formando el llamado "cristal de roca" o "cuarzo cristalino". Por su resistividad a elevada temperatura se emplea para lámparas de vapor de mercurio, válvulas de radio, pirómetros, etc.

Forma petrificaciones en toda clase de restos de animales y vegetales y aparece en masas compactas de estructura +/- granulosa, en concreciones y estalactitas y en agregados bacilares o fibrosos, en cuya superficie se observan con frecuencia, las puntas de las pirámides de las fibras soldadas entre sí.

Los cristales suelen llevar gran cantidad de inclusiones bien de otros minerales cristalizados (hematites, rutilo) o de otros cuerpos como disoluciones acuosas de sal común, anhídrido carbónico líquido, agua y gases. Es débilmente birrefringente. Tiene muchas variedades determinadas por la forma, por la transparencia y por los cuerpos que lo impurifican: cristal de roca, cuarzo violado o amatista, cuarzo hematoideo o Jacinto de

Compostela, cuarzo común, jaspe, etc.

Es uno de los minerales más frecuentes en la naturaleza; por sí solo forma rocas (cuarcita) arenas y areniscas.

El cristal de roca, en su variedad incolora, se emplea para hacer los prismas de los aparatos polarizantes, para la fabricación de lentes cóncavas y convexas a propósito para gafas, etc.

El cuarzo ordinario en su variedad blanca y pura, se utiliza para la fabricación del vidrio, del gres y de la porcelana.

Como material usado en pintura aparece mezclado con los ocreos a modo de impureza. Se usa en imprimaciones pero como pigmento no tiene interés.

A la hora de identificar los elementos integrantes de una imprimación, se aplican técnicas diferentes en función de la naturaleza de cada uno de sus componentes. Respecto a la identificación de aglutinantes, ya han quedado expuestas cuáles son las técnicas en uso para llegar al conocimiento de la naturaleza de las sustancias que aglutinan a los pigmentos que se incluyen en ella con el fin de conseguir una capa lo suficientemente cubriente como para aislar la tela y ofrecer una buena base a la pintura.

La identificación de los pigmentos también comporta una serie de pruebas de laboratorio que podríamos englobar en dos grandes grupos:

- a) Pruebas destructivas.
- b) Pruebas no destructivas.

Tradicionalmente se han venido aplicando en la identificación de pigmentos, pruebas que implicaban la toma de muestras del cuadro objeto de estudio; es decir, desprendiendo de la pintura de un pequeño fragmento conteniendo todos los estratos que interesaba analizar para conocer exactamente su naturaleza química. Este fragmento útil para la investigación, supone una lesión hacia la obra de arte, de ahí su calificativo de "técnicas destructivas".

Hoy día, los adelantos de la tecnología han propiciado la aplicación de nuevas formas de analizar la materia de las obras de arte que no precisan de la extirpación de fragmentos de ella, llamándoselas, por tanto "técnicas no destructivas".

Veamos ahora únicamente cuáles son los procedimientos habituales para identificar los pigmentos que componen las imprimaciones, de modo especial los blancos indicados que son los más frecuentemente utilizados en la elaboración de las capas de imprimación.

Considerando que no todos los investigadores de la materialidad de las obras de arte disponen de los medios necesarios para adquirir los costosos equipos propios de las técnicas analíticas no destructivas, es lo más frecuente proceder según las técnicas tradicionales, destructivas, ya que la investigación se realiza sobre fragmentos de las imprimaciones.

La ventaja que tiene el análisis de la imprimación sobre los análisis que se realizan de los pigmentos que integran la composición pictórica es que aquél puede hacerse tomando fragmentos de la tela imprimada que sobresale de los límites de la pintura al ser clavada la tela en el bastidor. Esto es más factible respecto a los cuadros pintados a partir del siglo XIX en el que se empezaron a usar telas ya imprimadas por el fabricante, pues toda la tela empleada en el cuadro ofrece a la vista la imprimación al ser visible en las franjas sobrantes por los bordes del bastidor, mientras que en pinturas anteriores al siglo XIX, existe la dificultad de que la imprimación se encuentra totalmente cubierta por la pintura ya que al preparar la tela el mismo pintor una vez clavada en el bastidor, únicamente imprimaba la superficie a pintar. Por los extremos se veía la tela sobrante libre de imprimación.

Veamos seguidamente cuáles son los métodos utilizados para identificar los pigmentos que nos ocupan: blancos destinados a imprimir las telas.

Análisis de pigmentos

Este es un aspecto de la investigación sobre los materiales que componen una obra de arte — pintura en este caso — que es competencia de un químico ya que es necesario efectuar microanálisis con muestras obviamente muy reducidas para la identificación y caracterización de los materiales. Generalmente se trabaja con muestras del orden de décimas de milímetro que,

aunque mínimas, ya implican una destrucción de la materia original puesto que tales muestras quedan inutilizadas después del análisis efectuado con ellas.

Para caracterizar las sustancias minerales — en este caso los pigmentos — el microanálisis se basa esencialmente en su reconocimiento al microscopio después de ser sometidas a reacciones cuyos resultados permiten identificar los minerales componentes de los pigmentos. La reacción puede consistir en:

- a) Formación de compuestos coloreados.
- b) Formación de cristales característicos.
- c) Por desprendimiento de gases.
- d) Por soluciones (con ácidos o bases fuertes) seguidos con frecuencia de test con reactivos en solución.
- e) Por calentamiento observando los residuos.

El seguimiento del proceso — observación preliminar de la muestra y evolución de la reacción — se efectúa con microscopio estereoscópico de bajo aumento. Generalmente el estudio se realiza sobre el portaobjetos.

Llegado el momento de afrontar el análisis de estos pigmentos, han de ser tenidas en cuenta algunas características ya que éstas marcan la pauta cuando se quiere proceder a su identificación.

Procedimiento.— El procedimiento seguido en la realización de los microanálisis, se desarrolla, generalmente, de la forma siguiente:

- Observar la muestra en el portaobjetos en seco o bañada de un líquido no disolvente que permita apreciarla con mayor exactitud y recabar la mayor información posible sobre su aspecto y estructura.
- Aplicación de tests de solubilidad para identificar los componentes.
- Puede darse el caso de que sea necesario separar los aglutinantes de los compuestos minerales lo que se consigue aplicando diferentes compuestos orgánicos que no ataquen a las sustancias inorgánicas.
- Una vez independizados los compuestos minerales o pigmentos, se procede a someterlos a la acción de ácidos, álcalis o fusión por acción del calor, observando atentamente la evolución seguida tras el ataque con los productos mencionados.
- Siempre bajo observación microscópica, se aplica sobre el cristal 1 gota del reactivo específico que se hace deslizar hacia la solución que se está analizando (en el mismo porta) observando la evolución de la reacción en campo oscuro o en campo claro, con luz directa o rasante.

Suele ser necesario repetir el procedimiento hasta obtener la certeza en el resultado final.

En el caso de identificación de pigmentos blancos integrantes de imprimaciones de telas, las técnicas analíticas que se utilizan son las siguientes teniendo presente que los elementos

buscados son aquellos que suelen formar parte frecuentemente de la materia de carga de las mismas:

CALCITA - PLOMO - ZINC - TITANIO - BARITA - YESO

Para identificar CALCITA (CaCO_3)

- a) Tratada con ácido sulfurico (SO_4H_2) diluido da BURBUJAS.
- b) Por calentamiento da CRISTALES = CALCITA.

Para identificar el PLOMO del CARBONATO DE PLOMO (PbCO_3)

- a) Tratado con cualquier ácido da BURBUJAS +
 - + Triple acetato ($\text{H Ac} + \text{Cu Ac} + \text{Na Ac}$) +
 - + Nitrato Potásico (K NO_2)
- b) Por calentamiento = Toma color MARRON

Para identificar ZINC

Tratado con Cloruro de Mercurio (HgCl_2) + Tiocianato amónico (NH_2SCN) precipita en AMARILLO = NO HAY ZINC.

Para identificar TITANIO

El Titanio es inerte ante todos los ácidos concentrados. En nuestro caso se ha identificado por un proceso de eliminación.

Para identificar el BARIO de la BARITA (Ba SO_4)

Tratado con ácido clorhídrico (H Cl) concentrado + llama, da un precipitado verde amarillo.

Para identificar el YESO del SULFATO DE CAL (Ca SO₄)

- a) Tratado con Acido Sulfúrico (SO₄H₂) diluido da POCAS BURBUJAS.
- b) Por calentamiento da CRISTALES = YESO

En líneas generales, este es el procedimiento a seguir. Por medio de un cuadro expuesto a continuación, veamos cómo se ha desarrollado el proceso concreto para proceder a la identificación de los elementos buscados.

ORDEN SEGUIDO EN LA APLICACION DE REACTIVOS

ORDEN	REACTIVO	EFECTO	PARA
1º	Acido nítrico diluido	Da efervescencia	Carbonato de cal Sulfato de cal Blanco de Plomo Blanco de Titanio Blanco de Zinc
2º	Acido sulfurico al 10%	Cristales de yeso	Yeso
3º	Triple Acetato y Nitrito Potásico K NO ₂	Color marrón	Plomo
4º	Acido Sulfúrico	Cristales de Carbonato de Cal	Puede ser una mezcla de Carbonato con los otros
5º	-Acido clorhídrico al 50% en agua. -Amoniaco concentrado.	Se deshace como una masa	Cuarzo (Si O ₂) (No se ha encontrado)

NOTAS.

El ácido nítrico diluído es el primer estadio de la prueba y se usa para ver si hay efervescencia:

- a) Si hay efervescencia puede ser: Carbonato de Cal, Carbonato de Plomo o Sulfato de Cal. (Se ha trabajado sobre estos tres).
- b) Si no hay efervescencia puede ser: Blanco de Zinc, Arcillas, Barita, Sílice (cuarzo).

El ácido sulfúrico se emplea para saber si hay Yeso; el resultado de la prueba es la formación de cristales:

- a) Si se producen cristales: estamos ante Yeso (Sulfato de Cal)
- b) Si no se producen cristales: puede ser otro carbonato (de Cal o de Plomo).

Después de aplicar el ácido sulfúrico hay que esperar un día.

IDENTIFICACION DE LOS PIGMENTOS QUE INTEGRAN LAS MATERIAS DE CARGA DE LAS IMPRIMACIONES

MUESTRA	H ₂ O	KOH (10%)	HCl (4N)	H ₂ SO ₄ (10%)	TRIPLE ACETATO + KNO ₂	NH ₄ SCN (3'3%) + HgCl ₂ (3%)	HCl (conc)	H ₂ SO ₄ (conc)	HNO ₃ (dil)	IK %	CONCLUSION
M2-ALKIL	Sí	-	-	-	-	-	-	-	-	No	Blanco de Ti Arcillas
373-TEMPLE	Sí	Sí	-	-	-	-	Parte	Sí	No	No	Barita
M-2 OLEO	-	-	Burbuja	Sí	Sí	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Calcita Blanco de Pb
M-2T-MARRON	Sí	Parte si	-	-	-	-	-	Sí	No	No	Arcillas
AC-22	Sí	-	-	Sí	Sí	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Blanco de Pb Blanco orgánico (sintético)
66	-	-	-	-	-	-	-	-	Se disuelve	No	Blanco de Ti
LEVANTE-20	Sí	Sí	Poco	Sí Poco	Sí Poco	+	-	+	Sí	Sí	Blanco de Pb Calcita
LEVANTE-25	-	-	Muy Poco	Sí Poco	-	-	Sí	Sí	Poco	No	Calcita Blanco de Ti
LEVANTE-90	-	Sí	Sí	Sí	-	-	Sí	Sí	Poco	No	Calcita

De las pruebas realizadas sobre las imprimaciones de las diferentes telas en estudio se deriva que los pigmentos integrantes de las respectivas materias de carga son las siguientes:

- Tela "M2-ALKIL" = Oxido de Titanio (Ti O₂) y arcillas
- Tela "373-TEMPLE" = Barita (Ba SO₄)
- Tela "M2-OLEO" = Calcita (Ca CO₃) + Blanco de Pb
- Tela "M2T-MARRON" = Arcillas
- Tela "AC-22" = Blanco de Plomo (Pb CO₃) + Blanco orgánico
- Tela "66" = Oxido de Titanio (Ti O₂)
- Tela "LEVANTE-20" = Calcita (Ca CO₃. Poco) + Oxido de Titanio (Ti O₂)
- Tela "LEVANTE-25" = Oxido de Titanio (Ti O₂)
- Tela "LEVANTE-90" = Oxido de Titanio (Ti O₂) +
+ Calcita (Ca CO₃. Más que en la
"LEVANTE-20")

El fabricante de "Lienzos LEVANTE" ha proporcionado la siguiente información respecto a las imprimaciones:

Las imprimaciones son variables dependiendo de la composición del tejido. Como norma general, va una capa de cola o gelatina que produce una especie de película en el tejido que lo aísla de las imprimaciones posteriores, que también son variables, en función del tejido a preparar.

El Tióxido de Titanio es un elemento fundamental en la preparación del lienzo utilizándose resinas sintéticas y aceites, tanto de linaza como de cártamo.

TABLA XVI
COMPENDIO DE TODOS LOS DATOS OBTENIDOS

MUESTRA	RESUMEN DE PARAMETRIA FISICA													IDENTIFICACION DE FIBRAS		IDENTIFICACION DE LOS COMPONENTES DE LA IMPRIMACION	
	P E S O			DENS.	TITULO		E S P E S O R			ROTURA		ALARGAMIENTO					
	CRUDO	CON IMPRIMACION	DE LA IMPRIMACION		De URDIMBRE TEX g/1000m	De TRAMA TEX g/1000m	CRUDO	CON IMPRIMACION	DE LA IMPRIMACION	URDIMBRE kg/cm.	TRAMA kg/cm.	URDIMBRE %	TRAMA %				
														g/m2.	g/m2.	g/m2.	cm2.
M2-ALKIL	291'71	431'60	139'89	210	84'13	---	0'569	0'602	0'033	103'62	168'85	20'5	4'27	Lino	Lino	Clara de huevo	Oxido de Titanio (Ti O2 y Arcillas)
373-TEMPLE	221'14	331'55	110'40	289	50'85	49'51	0'541	0'463 (crudo)	0'012	95 87'2	168'85 100'25	18'85 14'62	3'75 4'12	Lino	Lino	Caseína	Barita (BaSO4)
M-2 OLEO	275'90	393'65	117'65	196	77'02	---	0'563	0'539	0'024	114'95	164	17'72	3'87	Lino	Lino	Oleo+poca proteína	Calcitas (CaCO3) y Blanco de Plomo (PbCO3)
M-2T-MARRON	285'41	446'39	160'98	156	86'14	---	0'545	0'584	0'037	102'55	163'75	15'77	3'93	Lino	Lino	Gelatina	Arcillas
AC-22	---	469'65	---	102	---	---	---	0'538	---	143'45	147'85	9'95	5'7	Lino	Lino	Huevo	Blanco de Plomo (PbCO3) y Blanco Orgánico
66	---	246'22	---	143	---	---	---	0'314	---	36'35	18'45	5'55	10'35	Algodón	Algodón	Oleo + Muy poco proteína	Oxido de Titanio (TiO2)
LEVANTE-20	---	356'75	---	120	---	---	---	0'399	---	125'25	102'45	7'85	5'62	Lino	Lino	Resina sintética+poco aceite	Calcita (CaCO3.Poco) y Oxido de Titanio (TiO2)
LEVANTE-25	---	316'55	---	132	---	---	---	0'443	---	53'25	59'85	6'25	1'33	Poliéster Viscosa	Poliéster Viscosa Algodón	Resina sintética	Oxido de Titanio (TiO2)
LEVANTE-90	---	358'25	---	132	---	---	---	0'446	---	53'9	42'75	17'15	11'45	Poliéster Viscosa	Poliéster Viscosa Algodón	Resina sintética + Cola poco Gelatina	Oxido de Titanio (TiO2) y Calcita (CaCO3. Más que en la Lev-20)
LEVANTE-16	377'96	---	---	156	85'866	75'14	0'336	---	---	86'2	103'5	10'87	5'87	Lino	Lino	---	---

OTRAS TECNICAS DE ANALISIS

Hasta aquí ha quedado expuesto el procedimiento que se ha seguido para la identificación de los aglutinantes y pigmentos que integran las imprimaciones de las telas en estudio.

Obviamente, el espectro de pruebas que se pueden realizar es bastante más amplio y con grandes posibilidades por su rapidez y exactitud pero requieren el uso de una tecnología muy sofisticada que no todos los investigadores tienen oportunidad de trabajar con ella.

Aunque sea brevemente, veamos algunas de estas técnicas para identificar pigmentos y aglutinantes.

Basándose en los diversos niveles de penetración de las radiaciones del espectro, hay una serie de técnicas de investigación ampliamente detalladas en publicaciones especializadas por lo que no tiene objeto entrar aquí a pormenorizar sus principios de funcionamiento ni su forma de uso. Con la única idea de ofrecer una visión de conjunto de las posibilidades que proporcionan al investigador, se hace aquí una breve reseña de las que tienen aplicación directa en la identificación de aglutinantes y pigmentos:

Espectrometría de emisión UV.- Permite la medición del espectro emitido por los átomos de las moléculas que integran la muestra a analizar al ser bombardeado por una fuente térmica o por descarga eléctrica. Las longitudes de onda de la energía emitida por los átomos son características de cada elemento y

la intensidad de raya del espectro obtenido está en función del contenido del elemento químico que la caracteriza. Es de gran sensibilidad para análisis cualitativos y no tanto en cuantitativos.

Da E. RENÉ DE LA RIE (17) la referencia de que los colores de la fluorescencia de muchos pigmentos han sido descritos por algunos autores como A. EIBNER, L. WIDENMAYER, A. STOLS y M. DERIBERE, dato interesante como apoyo en la identificación de pigmentos.

El mismo autor sigue diciendo que la intensidad de la fluorescencia de una capa de aceite de linaza húmedo o secado recientemente es insignificante; cuando la película se conserva a la luz del día durante tres o cuatro semanas, se observa una fluorescencia muy débil, pero su conservación en la oscuridad tiene como resultado una fuerte fluorescencia, al mismo tiempo que la transmisión de la película en la región ultravioleta y visible disminuye considerablemente, fenómeno que se observa visiblemente como "amarilleo". Mediante un continuo almacenamiento en la oscuridad, aumentan la fluorescencia y el amarilleamiento, mientras que conservados a la luz del día, se produce poca fluorescencia y no amarillea. Esta es la razón de que exponiendo pinturas a la luz del día después de haber estado guardadas en oscuridad por un prolongado espacio de tiempo, pierdan el amarilleo producido durante ese tiempo.

La observación con luz UV no es concluyente y, caso de ser usada en una investigación, esta técnica ha de ser aplicada

junto con otras. En el caso de pigmentos unidos a aceites parece ser que no está bien conocido aún el proceso de la influencia que ambos materiales ejercen entre sí respecto al fenómeno de fluorescencia y el amarilleo, aunque parece evidente que los pigmentos juegan un papel muy importante en la fluorescencia del aceite de linaza.

Espectrometría de fluorescencia X.— Se basa en el estudio del espectro de emisión en el campo de los rayos X. La muestra viene excitada con rayos X primarios o incidentes lo que provoca la emisión de otra radiación formada por rayos X secundarios o FLUORESCENCIA, de longitud de onda superior a la de los primarios.

Fig. 104.- Fluorescencia.

La longitud de onda y la intensidad de la radiación de fluorescencia guardan relación con la identidad y concentración del elemento que la ha provocado, lo que permite su identificación.

El resultado toma la forma de un espectro compuesto por un conjunto de rayas o picos dispuestos según la energía de los fotones X que representan y cuyas alturas o intensidades corresponden a la concentración o cantidad del elemento químico presente en la muestra analizada.

Microfluorescencia X.- Al igual que la técnica anterior, actúa en el campo de los rayos X y también se excita la materia con una fuente de rayos X que provoca una emisión de nuevas radiaciones recogidas por un espectrómetro que las analiza dividiéndolas en rayas. La diferencia fundamental con la espectrometría de fluorescencia X es que se puede realizar directamente sobre la superficie pintada sin necesidad de tomar muestras lo que la convierte en una técnica "no destructiva".

Difracción rayos X.- Con esta técnica se analiza la estructura atómica de los pigmentos permitiendo así identificar compuestos químicos pero solo de aquellos cuyos átomos tengan estructura cristalina. La difracción de los rayos X por parte de varios planos cristalinos, forma una serie de reflejos variables en posición e intensidad que constituyen un perfil característico del cristal que las ha provocado con lo cual se puede analizar el perfil correspondiente e identificar el elemento. Es técnica "destructiva" puesto que precisa de una muestra de la obra a analizar.

Para identificar los aglutinantes presentes en la muestra objeto de estudio también hay técnicas específicas dentro de este apartado de tecnología de cierta sofisticación:

Espectrografía de absorción IR.- Permite identificar los compuestos químicos a partir de la energía que une a sus átomos. La radiación IR es emitida por una fuente y atraviesa el medio a analizar obteniéndose un espectro formado por bandas o

rayas de origen molecular. Cuando la molécula recibe la luz IR, absorbe energía lo que hace aumentar la amplitud de sus vibraciones atómicas y al retornar al estado fundamental, se libera energía en forma de calor. Como todos los átomos de la molécula participan de tal movimiento, el espectro presenta numerosas bandas de absorción, representando cada una un grupo de vibración que es característico de la estructura de sus moléculas lo que permite su identificación. El espectro vibracional se sitúa entre 3-25 .

Su mejor aplicación es en la Química Orgánica haciendo posible la identificación, a través de los espectros obtenidos, los enlaces de los átomos de carbono de la molécula orgánica así como las diferentes funciones alcohol, cetona, peróxidos y derivados hidrocarbonados. La zona que va de 2.5μ a $16-25\mu$ abarca todas las sustancias.

Cromatografía gaseosa. - La cromatografía es un método de separación de los constituyentes de una mezcla empleada especialmente con los componentes orgánicos y puede ser aplicada sobre muestras muy pequeñas del orden de 1 microgramo. Los componentes de la mezcla son llevados por un líquido o por un gas (en este caso) a lo largo de un soporte siendo retenido por éste con más o menos fuerza según sea su naturaleza. Cada componente se desplaza con una velocidad propia dependiente de sus características físico-químicas con lo cual se van separando progresivamente unos de otros.

Los componentes de la mezcla han de poder ser volatilizados y después se introducen en la columna atravesada por una corriente gaseosa; los componentes de la mezcla alcanzan la otra extremidad de la columna en un plazo de tiempo ligado a su propia naturaleza. Un detector registra la operación y refleja en un diagrama llamado "cromatograma" el resultado que se manifiesta por medio de picos que representan a los elementos de la mezcla.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS AL CAPITULO III

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS AL CAPITULO III

- (1) ZAHN, Joachim: "Historia del tejido"
pág. 263

- (2) BARELLA MIRO: "Una aproximación a la historia de la
técnica textil y de la confección"

- (3) ALFARO GINER, Op. cit.

- (4) PERTEGATO, F.: "Restauro dei materiali tessili"
"Notizie CISST", anno III, marzo 1982
pág. 64-81

- (5) id. id. Op. Cit

M2-ALKIL

FOTO 1

200X

Luz transmitida

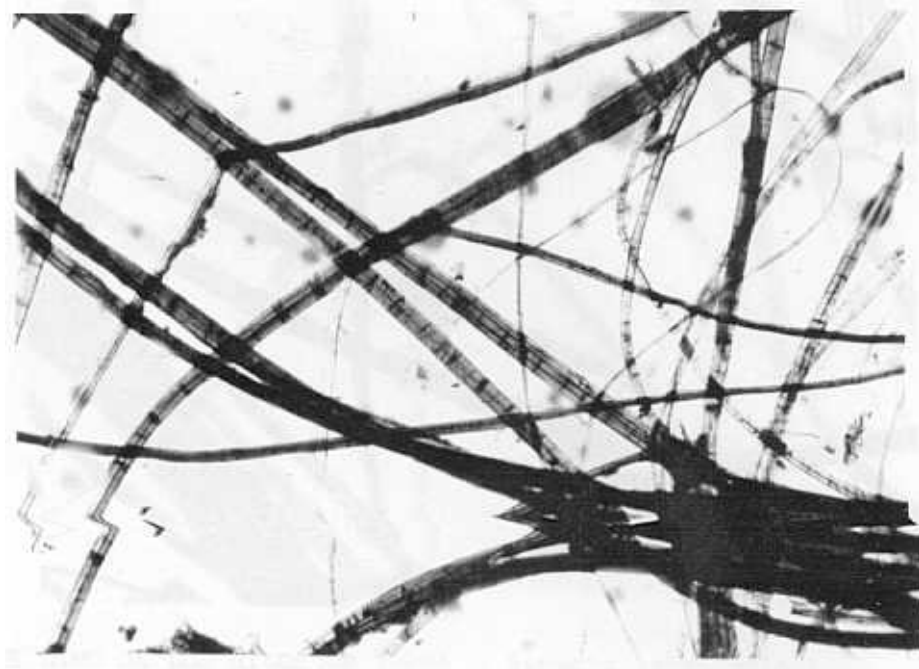
Película:

ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n°: 140

Neg. n°: 11a-12



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE URDIMBRE : Aspecto longitudinal

Se reconocen claramente los cortes transversales en su aspecto longitudinal: son los nódulos de forma parecida a una "X". Las fibras que aparecen más oscuras tienen acumulaciones de colas, grasas, resinas o similares. Si se desea obtener una fibra totalmente limpia, es preciso someterlas a un lavado enzimático.

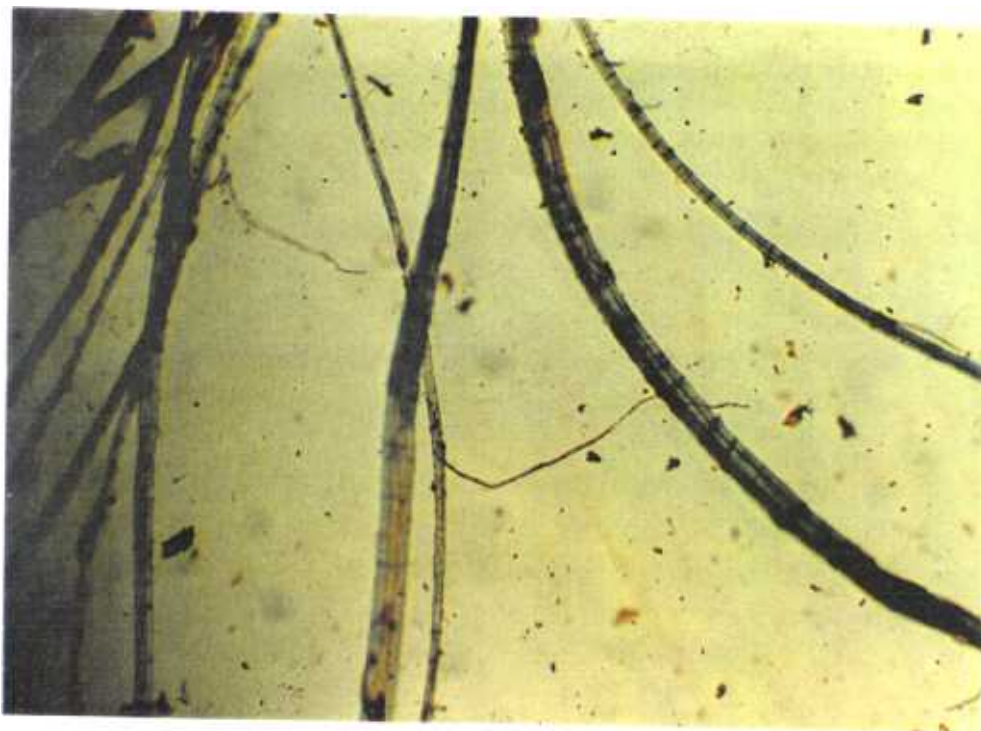


FOTO 2

200X

Luz transmitida

Película : KONICA SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n°: 138

Neg. n°: 13

M2-ALKIL

FOTO 1

200X

Luz transmitida

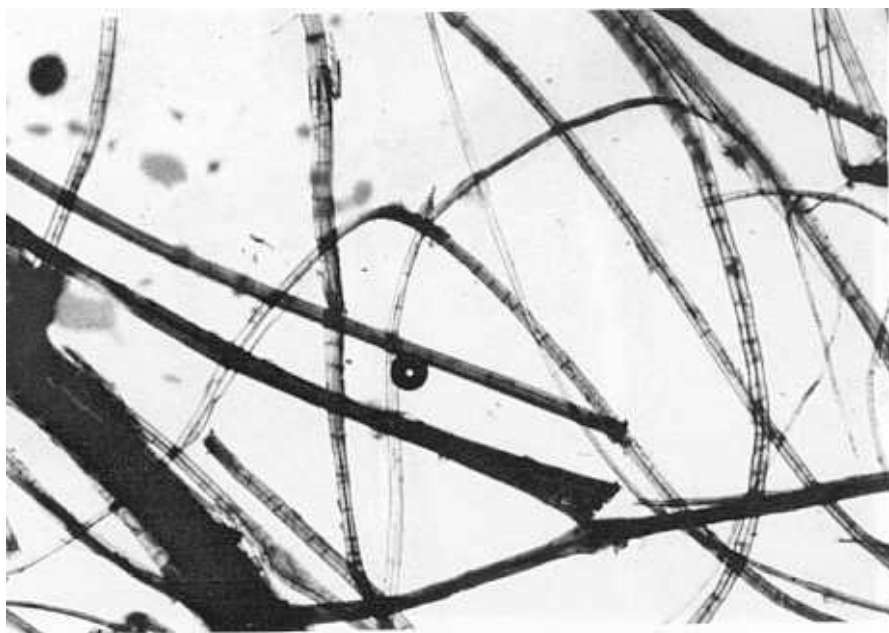
Película:

ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n°: 140

Neg. n°: 12a-13



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE TRAMA : Aspecto longitudinal

Al igual que en los hilos de urdimbre, son claramente visibles los nódulos en forma de "X" y el LUMEN central.

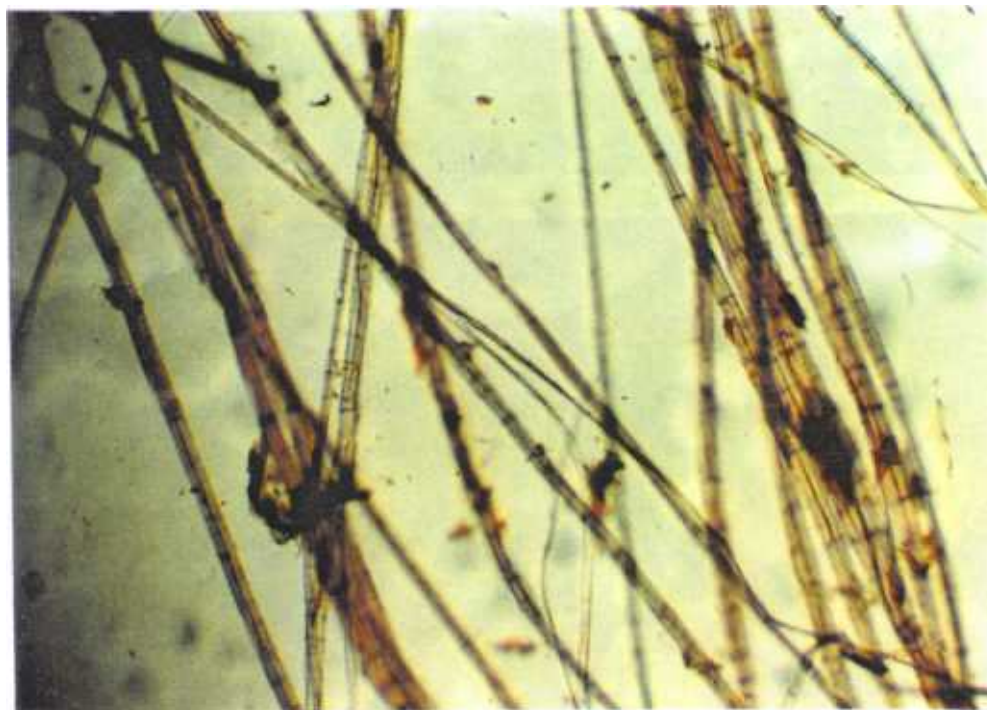


FOTO 2

200X

Luz transmitida

Película: KONICA SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n°: 138

Neg. n°: 14

FOTO 1

TORSION DE LOS
HILOS:

Iz.: URDIMBRE: Z
Dcha.: TRAMA : Z

40X

Luz reflejada
Reg. n^o: 138
Neg. n^o: 36
Película:
KONICA SR-G100
ISO 100/21



M2-ALKIL

FOTO 2

ENTRAMADO DEL
TEJIDO : TAFETAN
1 x 1

20X

Luz reflejada
Película :
VALCA PANCROMATICA
125 ASA/22Din
Reg. n^o: 141
Neg. n^o: 15a-16

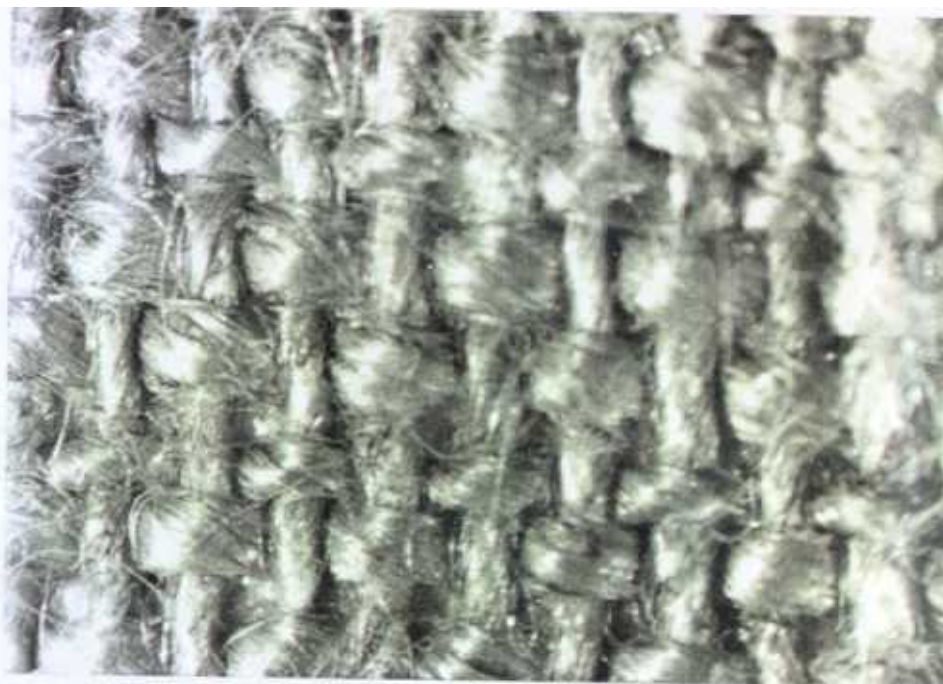
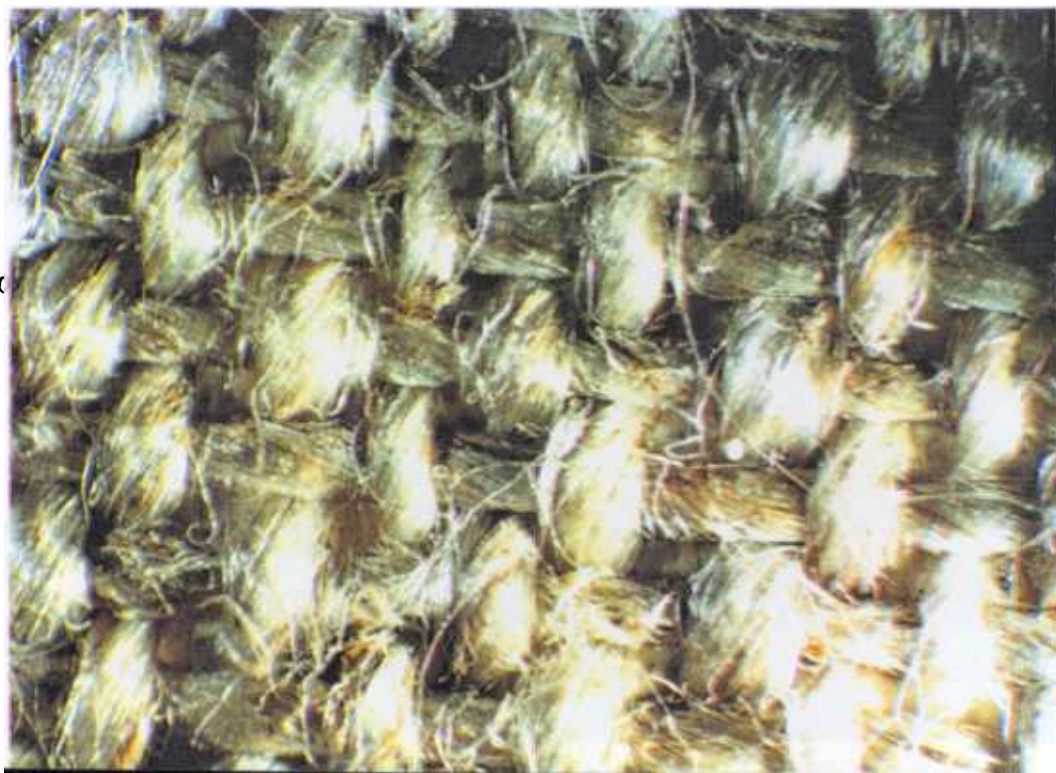


FOTO 3

IDEM.
40X
Película:
KONICA SR-G100
ISO 100/21
Reg. n^o: 139
Neg. n^o: 15



=====

FOTO 1

MACROFOTOGRAFIA. DEL
ASPECTO DE LA PRE-
PARACION. 40X
Luz reflejada.
Película: ILFORD
PANF ISO 50/18
Reg. n°: 141, neg.
n°: 16a-17



M2-ALKIL

IDEM. 40X

Película
KONICA
SR-G100
Reg.139
Neg.16

FOTO 2

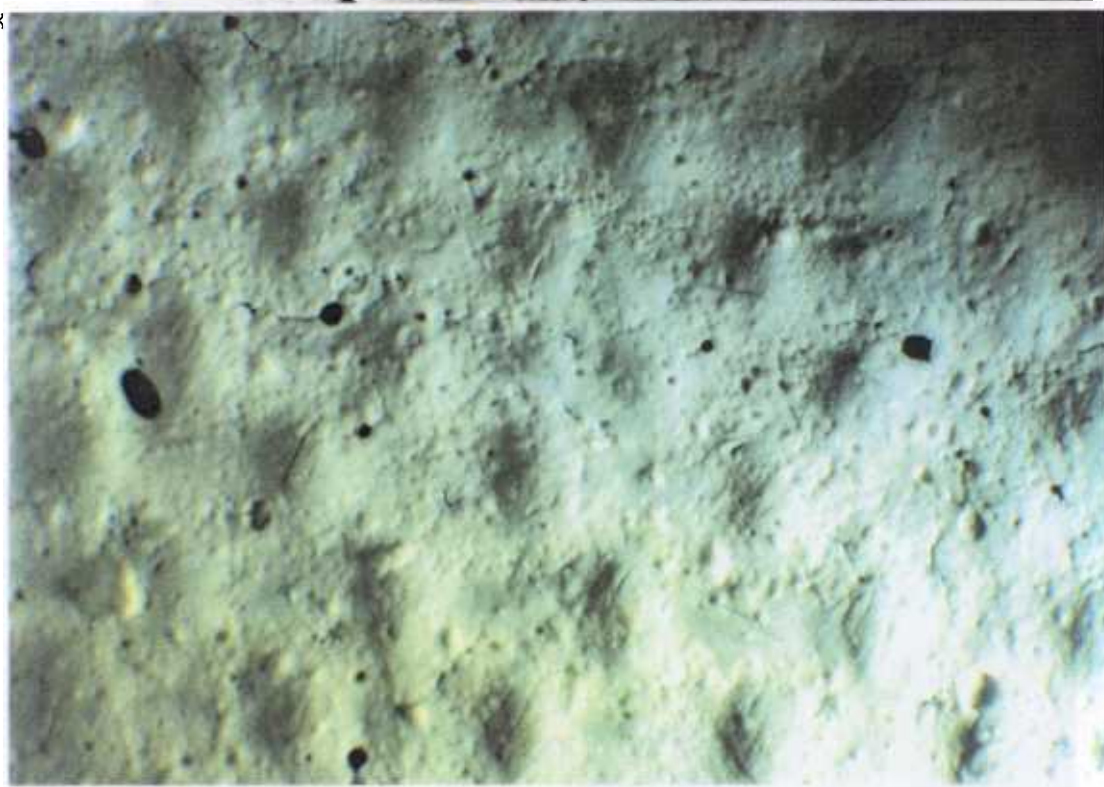


FOTO 3

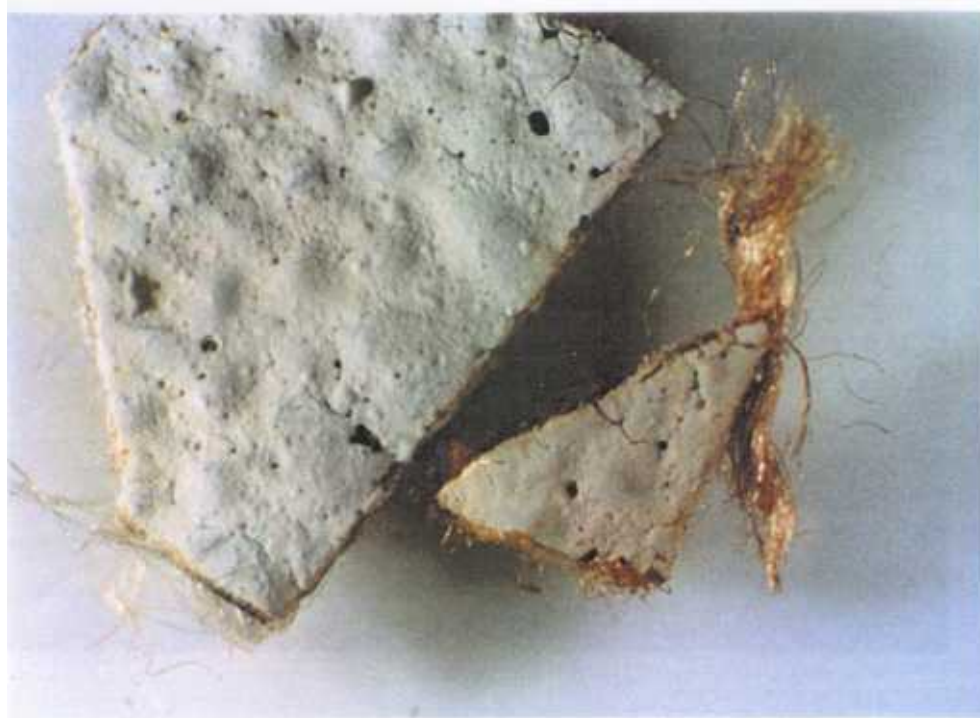
CAMBIO DE COLOR
EXPERIMENTADO
POR LA PREPARA-
CION POR EFECTO
DEL CALOR.

Macrofotografía
30X

Iz.:Aspecto
normal

Dcha.:Después de
calentada.

Película:
KONICA SR-G100
ISO 100/21
Reg. n°: 138
Neg. n°: 30



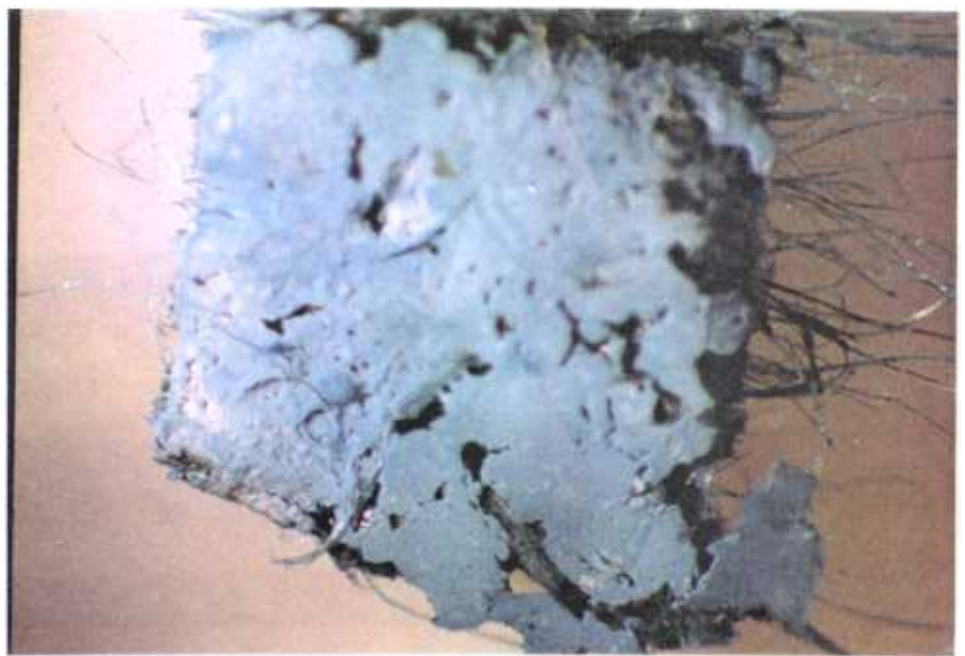
IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

Reactivo:
NOIR D'AMIDA

Muestra n^o1: NA1
30X. Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: MEDIO

Pel. KONICA SR-G100
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 17

FOTO 1



M2-ALKIL

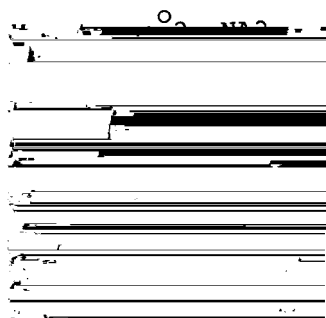
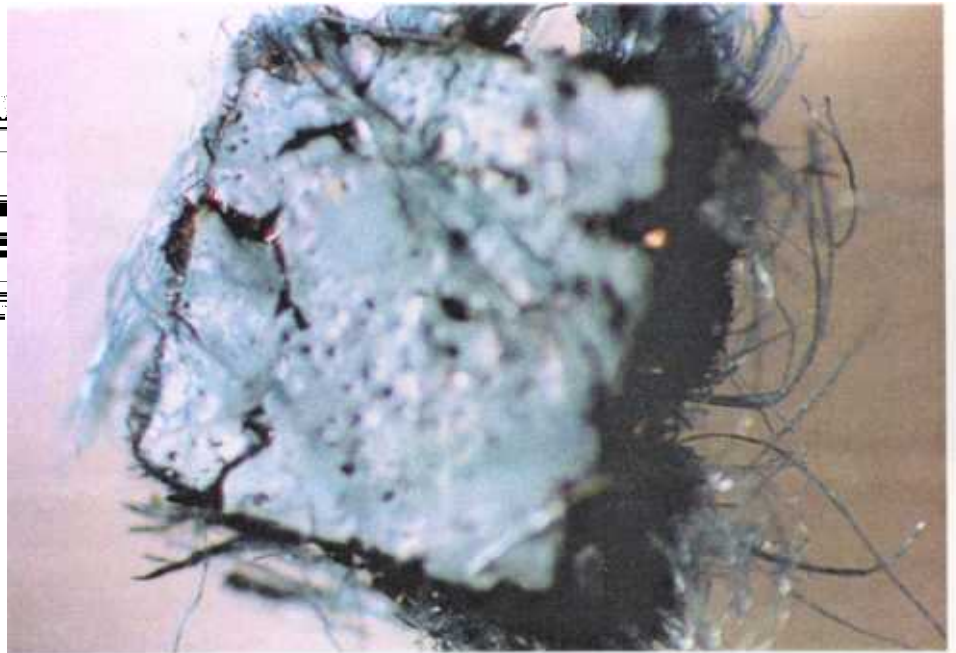


FOTO 2



Muestra n^o3: NA3
30X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas:BAJO

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 19

FOTO 3



M2-ALKIL

FOTO 1

CORTE

ESTRATIGRAFICO

40X.

Luz reflejada

Pel. KONICA

SR-G100

ISO 100/21°

Reg. nº: 139

Neg. nº: 32

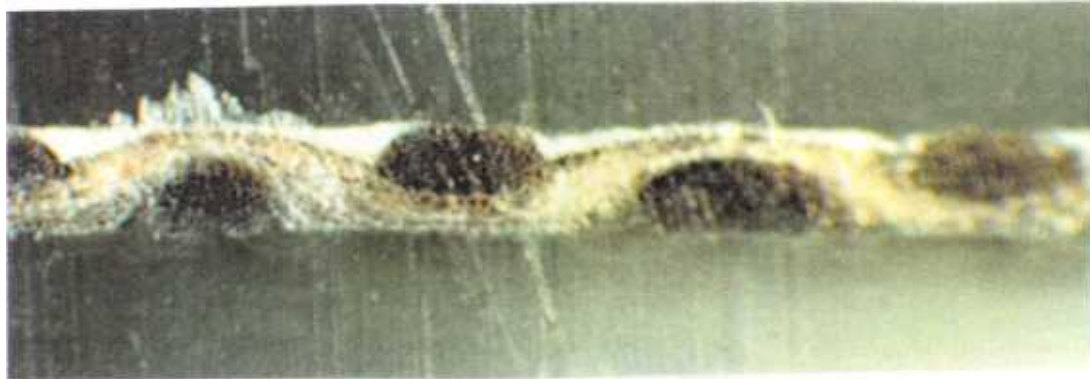


FOTO 2

IDENTIFICACION

DE AGLUTINANTES

100X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100

ISO 100/21°

Reg. nº: 158

Neg. nº: 1A-2

Reactivo:
NEGRO SOUDAN



Contenido de grasas:

Se distinguen unos pocos puntitos azulados, lo que indica que el contenido de materias grasas es MUY BAJO.

FOTO 3

SECCION DE LOS HILOS

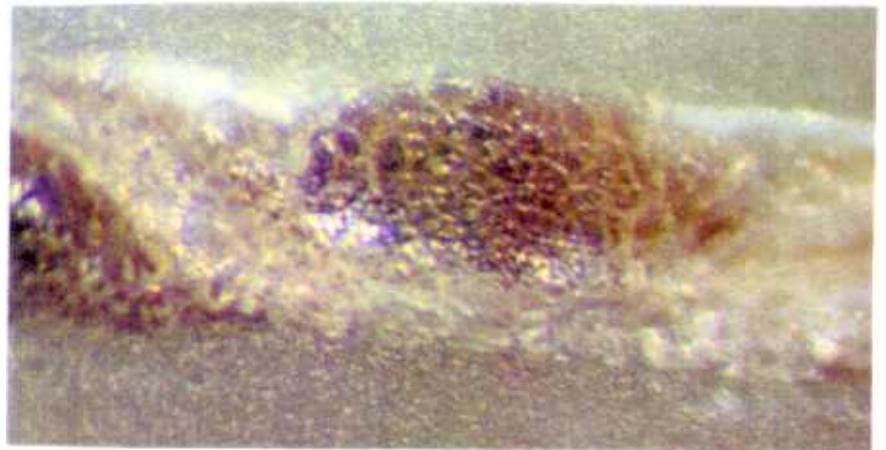
126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100

ISO 100/21°

Reg. nº 152

Neg. nº: s/n



373-TEMPLE

FOTO 1

200X
Luz transmitida
Película:
ILFORD PANF
ISO 50/18° PANF
Reg. n°: 140
Neg. n°: 16A-17



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE URDIMBRE

Aspecto longitudinal

(Es aplicable a este hilo lo dicho para la M2-ALKIL)

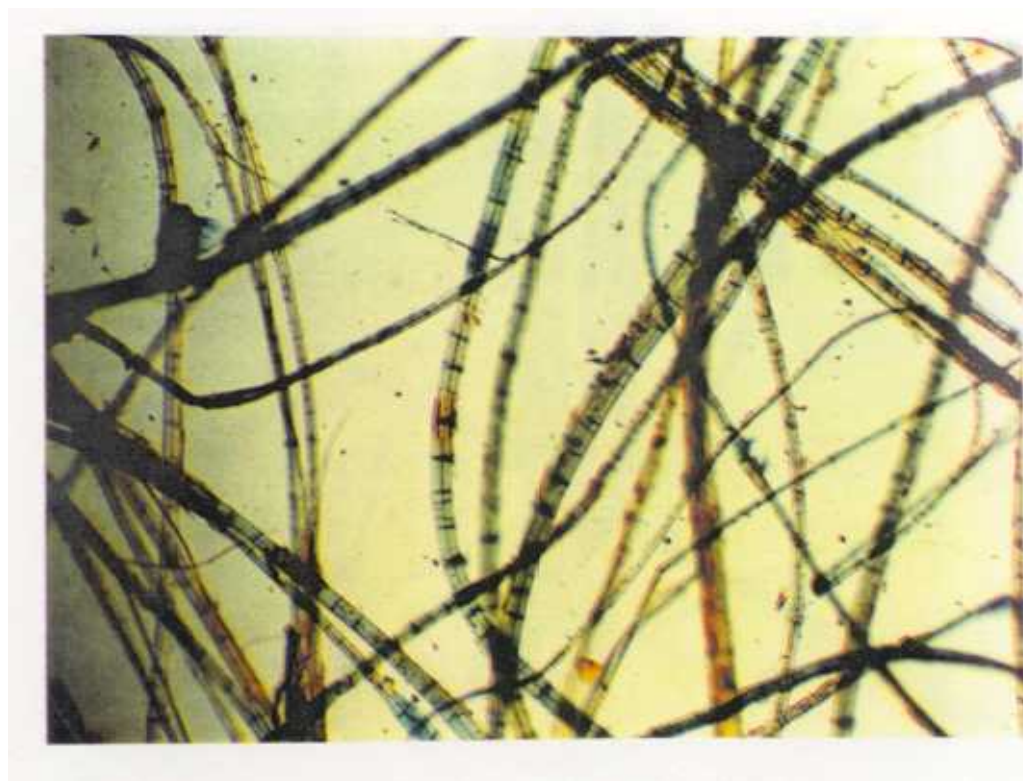


FOTO 2

200X
Luz transmitida
Película : KONICA SR-G100 ISO 100/21
Reg. n°: 133 - Neg. n°: 13

373-TEMPLE

FOTO 1

200X

Luz transmitida

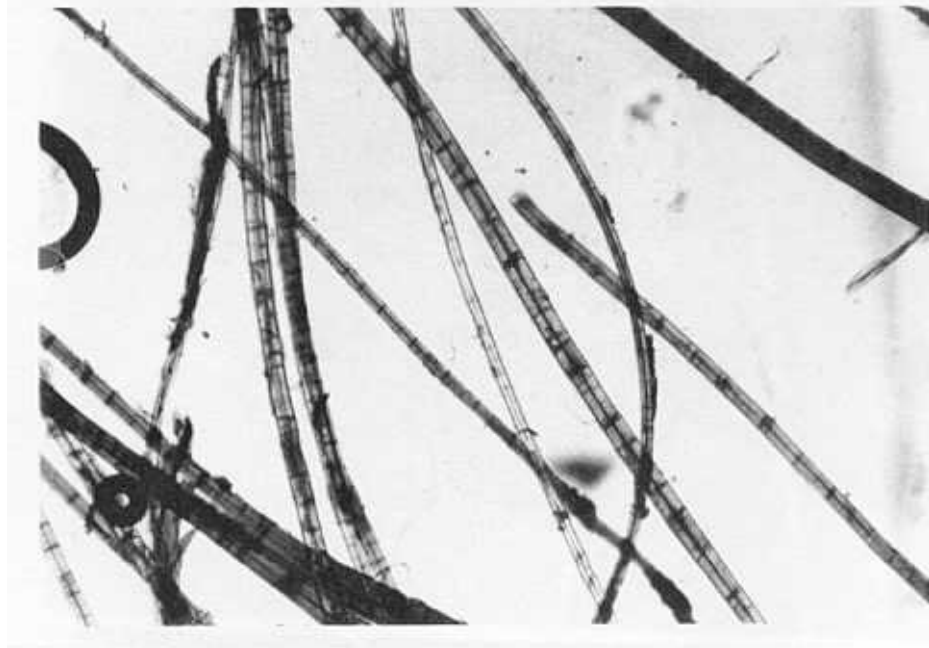
Película:

ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n°: 140

Neg. n°: 18A-19



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE TRAMA

Aspecto longitudinal

Al igual que en los hilos de urdimbre, son claramente visibles los nódulos en forma de "X" y el LUMEN central.



FOTO 2

200X

Luz transmitida

Película: KONICA SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n°: 138 - Neg. n°: 12

FOTO 1

TORSION DE LOS

HILOS:

Iz. URDIMBRE: Z

Dcha. TRAMA: Z

40X

Luz reflejada

Reg. n°: 138

Neg. n°: 35

Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21°



FOTO 2

ENTRAMADO

DEL TEJIDO : TAFETAN

1 x 1

20X

Luz reflejada

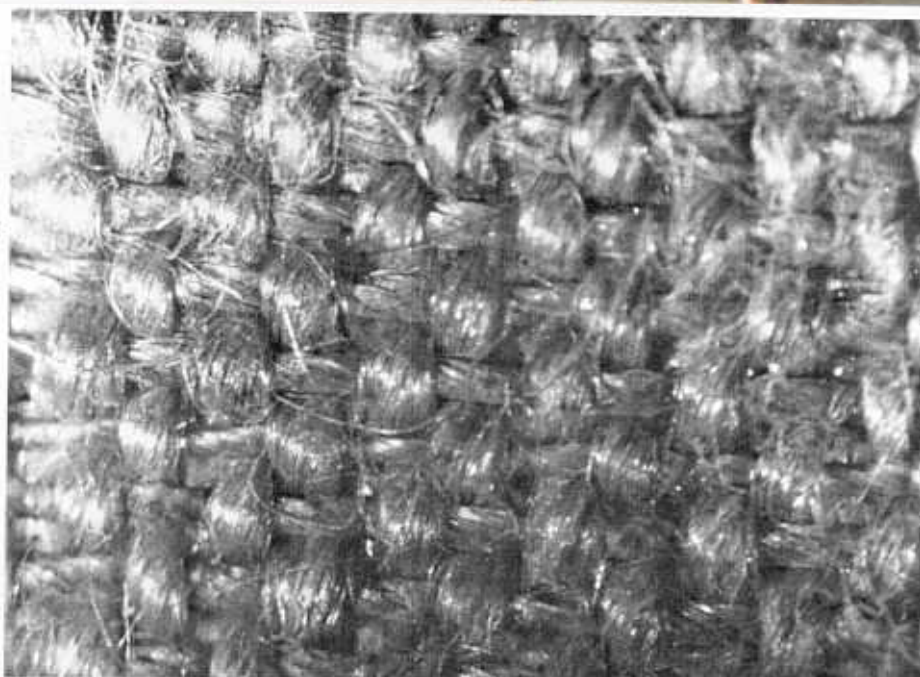
Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n°: 141

Neg. n°: 3A-4



373-TEMPLE

FOTO 3

IDEM. : 1 x 1

40X

Luz reflejada

Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21°

Reg. n°: 139

Neg. n°: 13

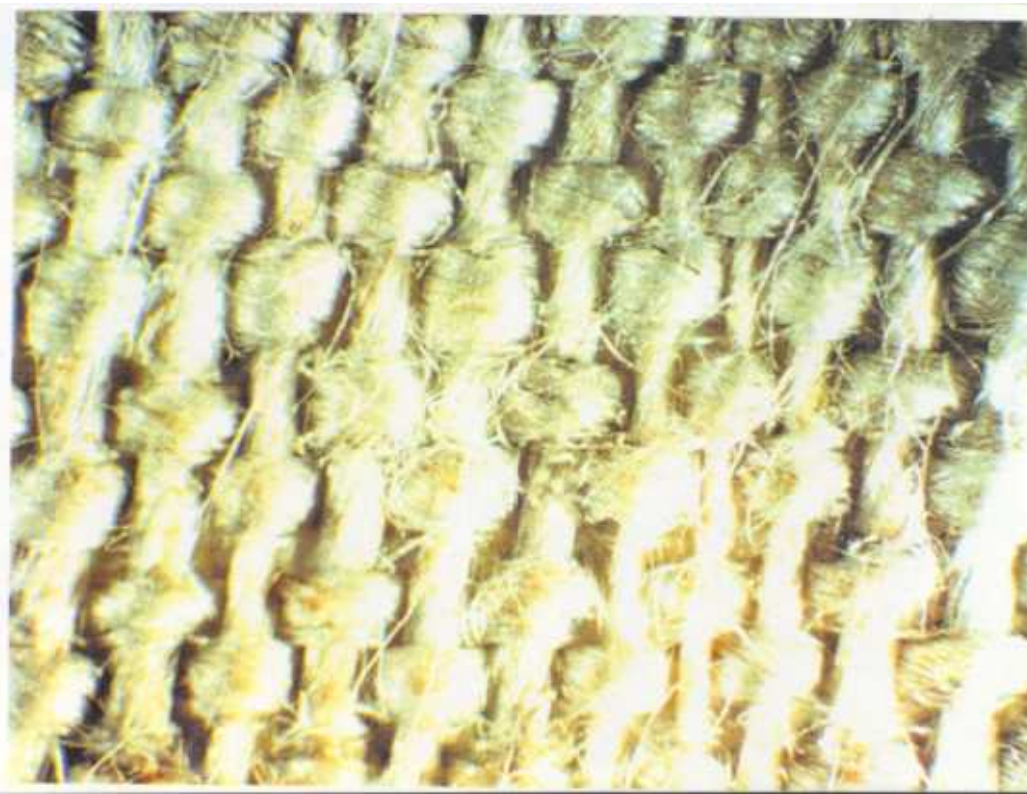


FOTO 1

MACROFOTOGRAFIA DEL
ASPECTO DE LA PRE-
PARACION.

20X

Luz reflejada.

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA / 22 Din

Reg. n°: 141

Neg. n°: 4A-5

373-TEMPLE

IDEM. 40X

Película:

KONICA

SR-G100

Reg. n°

139

Neg. 26

FOTO 2

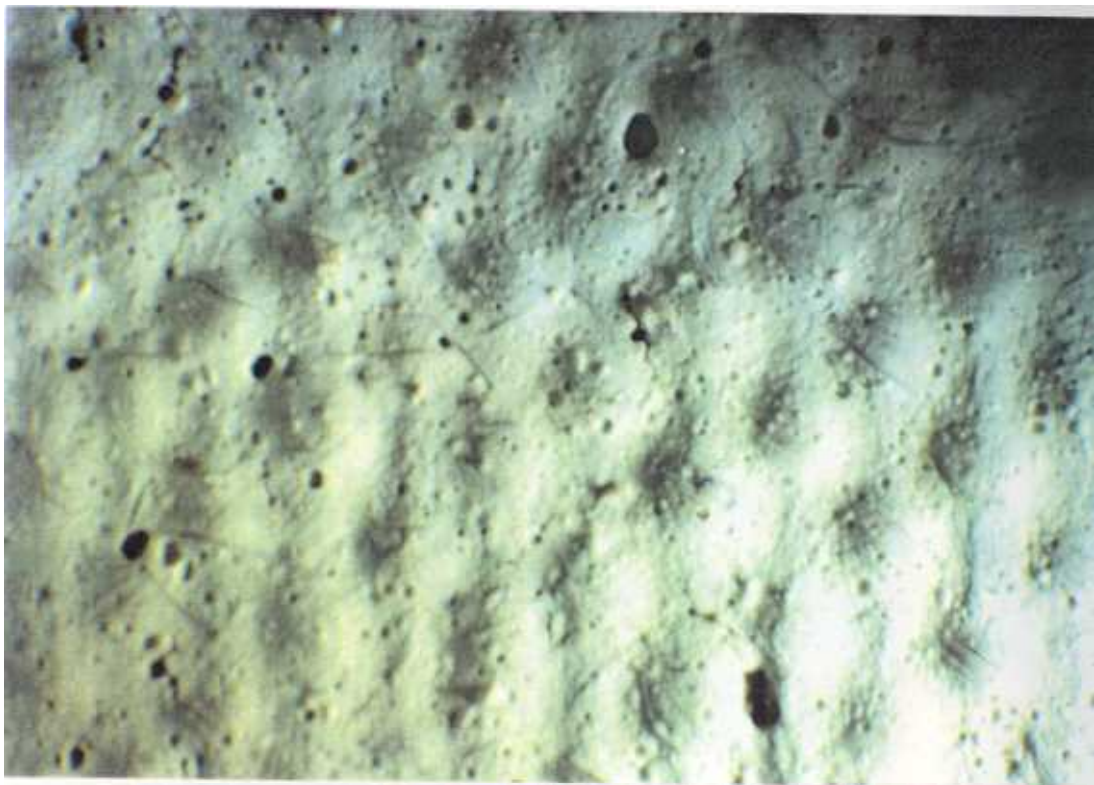


FOTO 3

CAMBIO DE COLOR
EXPERIMENTADO
POR LA PREPARA-
CION POR EFECTO
DEL CALOR.

Macrofotografía
30X.

Iz.:Aspecto nor-
mal.

Dcha.:Después de
calentada

ESTUFA: 200-220°C

TIEMPO: 30 min.

Película:

KONICA SR-G100

Rge. 138/Neg,26



IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

Reactivo:
NOIR D'AMIDA

Muestra n^o 1: NA1
30X. Luz reflejada
Contenido de
proteínas: ALTO
Pel.: KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 20

FOTO 1



Muestra n^o 2: NA2
30X.
Luz reflejada
Contenido de
proteínas: ALTO
Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 21

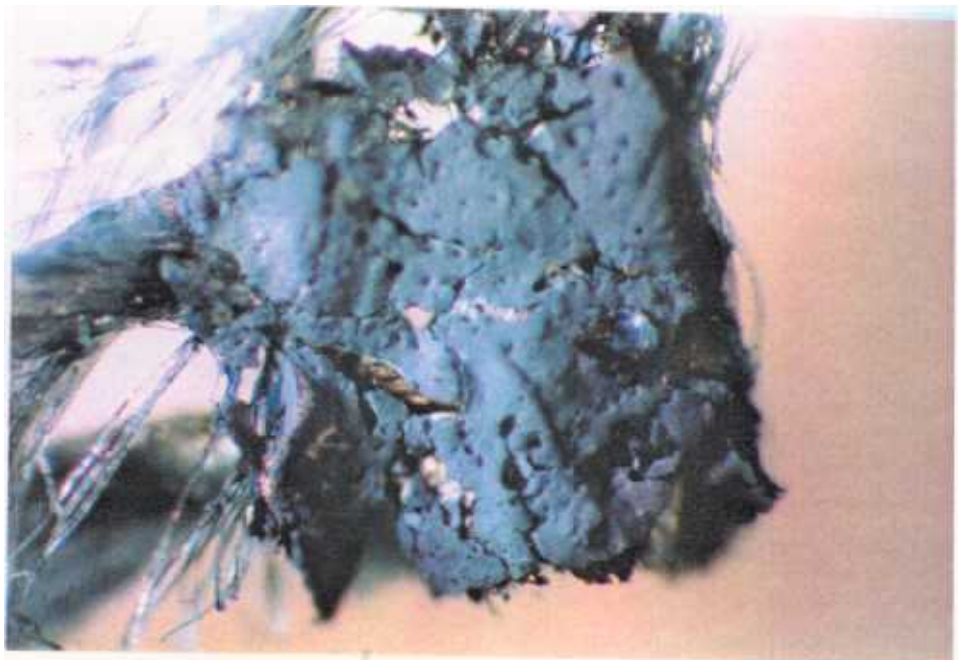
FOTO 2



373-TEMPLE

FOTO 3

Muestra n^o 3: NA3
30X
Luz reflejada
Contenido de
proteínas: ALTO
Pel. KONICA SR-G100
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 22



373-TEMPLE

FOTO 1

CORTE

ESTRATIGRAFICO

40X

Luz reflejada.

Pel. KONICA

SR-G100

ISO 100/21°

Reg. nº: 139

Neg. nº: 34



FOTO 2

IDENTIFICACION

DE AGLUTINANTES

126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100

ISO 100/21°

Reg. nº: 158

Neg. nº: 2A-3

Reactivo:
NEGRO SOUDAN

Contenido de
grasas:

Se aprecian unos pocos puntitos de color azul lo que indica
que el contenido de grasas es MUY BAJO.



FOTO 3

SECCION DE LOS HILOS

126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR G100-

ISO 100/21°

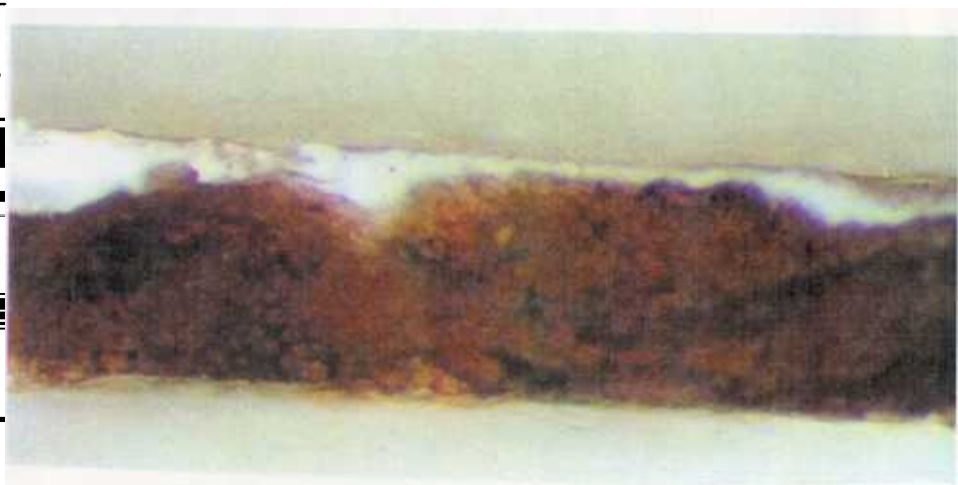


FOTO 1

200X

Luz transmitida.

Pel. KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 138

Neg. n°: 6



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE URDIMBRE

M2-OLEO

Aspecto longitudinal

(Es aplicable para este hilo lo dicho para la M2-ALKIL)

FOTO 2

200X

Luz transmitida.

Pel. KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 138

Neg. n°: 7



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE TRAMA

Aspecto longitudinal

M2-OLEO

FOTO 1

TORSION DE LOS
HILOS

Iz. URDIMBRE: Z
Dcha. TRAMA: Z

40X

Luz reflejada

Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 138

Neg. n°: 32



FOTO 2

ENTRAMADO DEL
TEJIDO: TAFETAN
1 x 1

20X

Luz reflejada

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n°: 141

Neg. n°: 9A-10



FOTO 3

IDEM: 1 x 1

40X

Luz reflejada.

Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 139

Neg. n°: 19



M2-OLEO

FOTO 1

MACROFOTOGRAFIA DEL
ASPECTO DE LA PRE-
PARACION.

20X

Luz reflejada.

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n^o: 141

Neg. n^o: 10A-11



FOTO 2

IDEM. 40X

Película:

KONICA

SR-G100

Reg. n^o:

139

Neg. n^o:

20



FOTO 3

CAMBIO DE COLOR
EXPERIMENTADO
POR LA PREPARA-
CION POR EFECTO
DEL CALOR

Macrofotografía
30X

Iz.: Aspecto nor-
mal

Dcha.: Después de
calentada

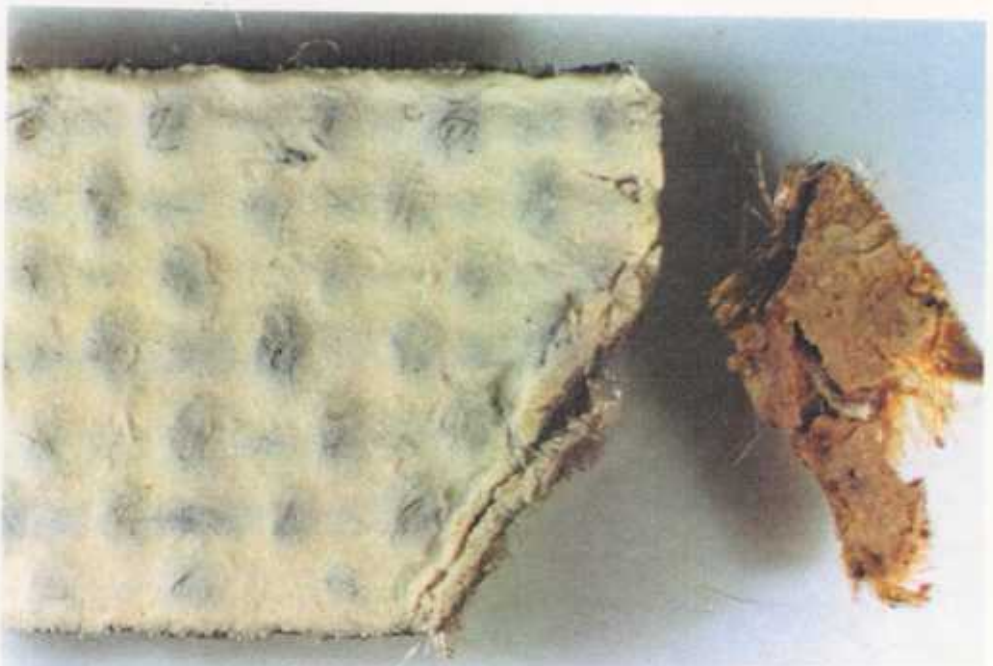
ESTUFA: 200-220°C

TIEMPO: 30 min.

Película:

KONICA SR-G100

Reg. 138/Neg. 22



IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

Reactivo:
NOIR D'AMIDA

FOTO 1

Muestra n^o 1: NA1
40X. Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: BAJO

Pel. KONICA SR-G100
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 14

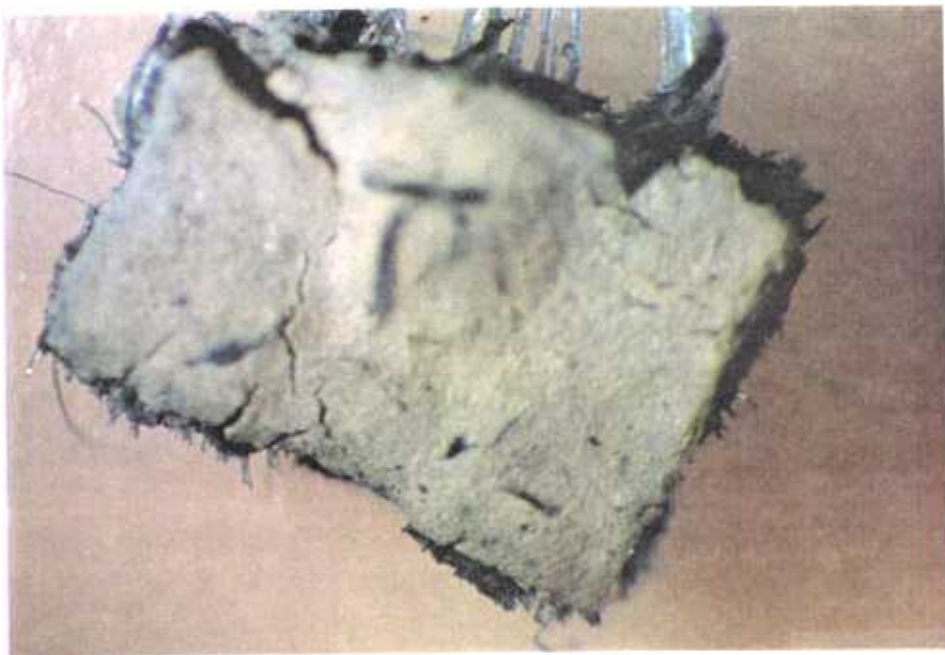
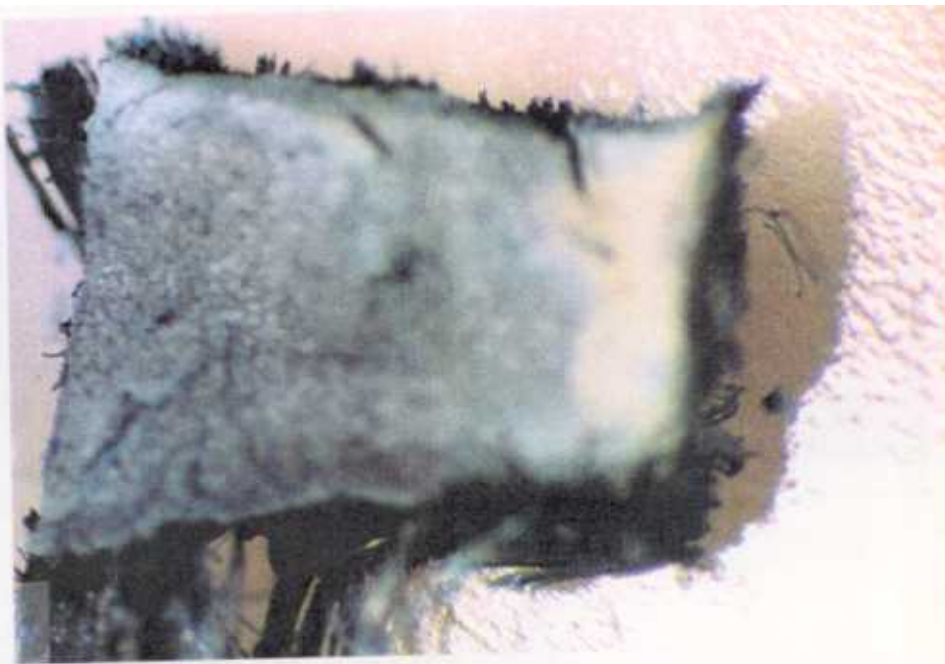


FOTO 2

Muestra n^o 2: NA2
40X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: BAJO

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 15



M2-OLEO

FOTO 3

Muestra n^o 3: NA3
36X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: NEGATIVO
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 16



FOTO 1

CORTE

ESTRATI-
GRAFICO

40X.

Luz refle-
jada.

Pel.

KONICA
SR-G100
ISO 100

Reg. nº: 139 / Neg. nº: 30



FOTO 2

IDENTIFICACION

DE AGLUTINANTES

126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21º

Reg. nº: 152

Neg. nº: 10-10A.

Reactivo:
NEGRO SOUDAN

Contenido de
grasas:

La preparación aparece fuertemente coloreada de azul,
lo que indica que el contenido de grasas es MUY ALTO.



FOTO 3

SECCION DE LOS

HILOS

126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21º

Reg. nº: 158

Neg. nº: 7A-8

Se pueden distinguir
las formas poligona-
les de las células
con el punto central correspondiente al lumen.

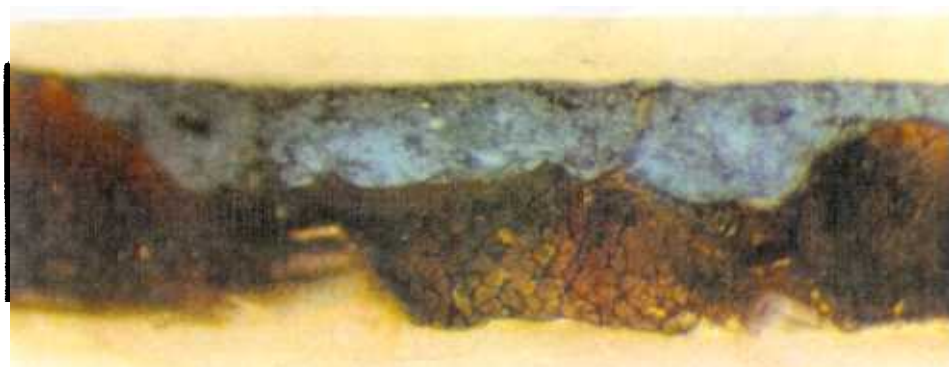
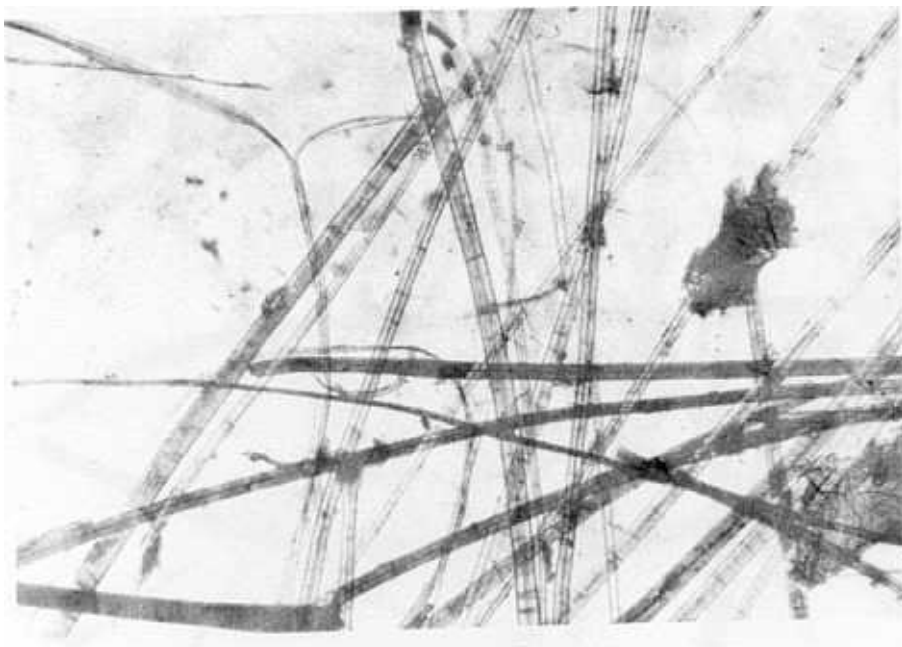


FOTO 1

200X
Luz transmitida
Pel.ILFORD PANF
ISO 50/18° PANF
Reg. n°: 140
Neg. n°: 9A-10



M2T-MARRON

FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE URDIMBRE: ASPECTO LONGITUDINAL

(Es aplicable a este hilo lo dicho para la M2-ALKIL)

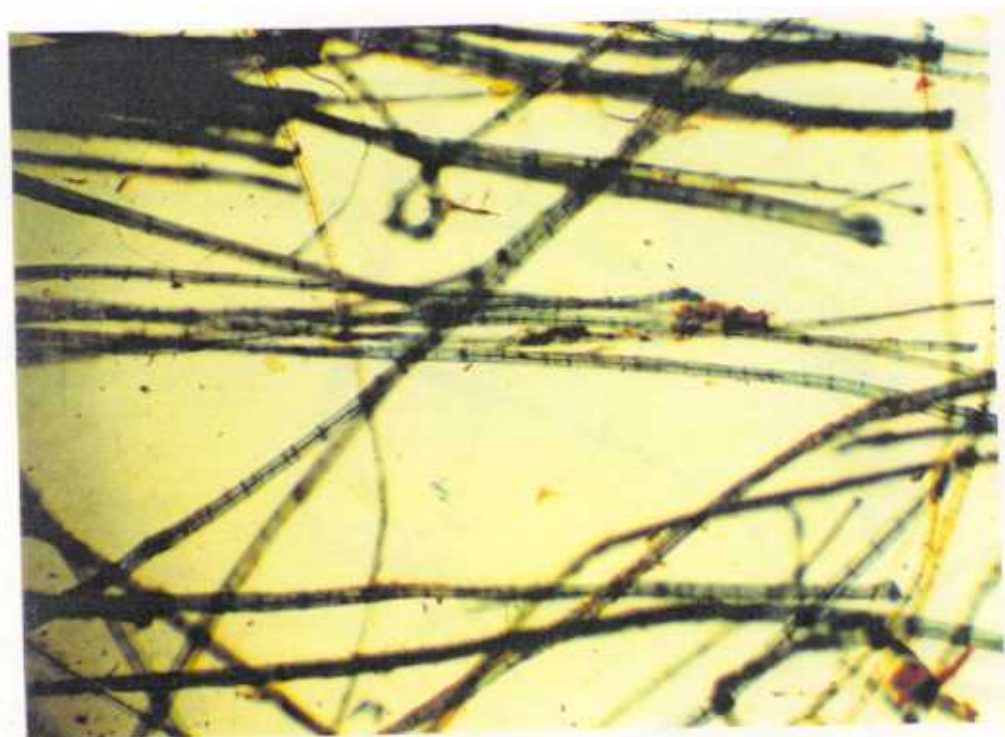


FOTO 2

200X
Luz transmitida
Película KONICA SR-G100 ISO 100/21°
Reg. n°: 138
Neg. n°: 8

FOTO 1

200X
Luz transmitida
Película :
ILFORD PANF
ISO 50/18° PANF
Reg. n^o: 140
Neg. n^o: 10A-11



M2T-MARRON

FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE TRAMA : Aspecto longitudinal

Al igual que en los hilos de urdimbre, son claramente visibles los nódulos en forma de "X" y el LUMEN central.

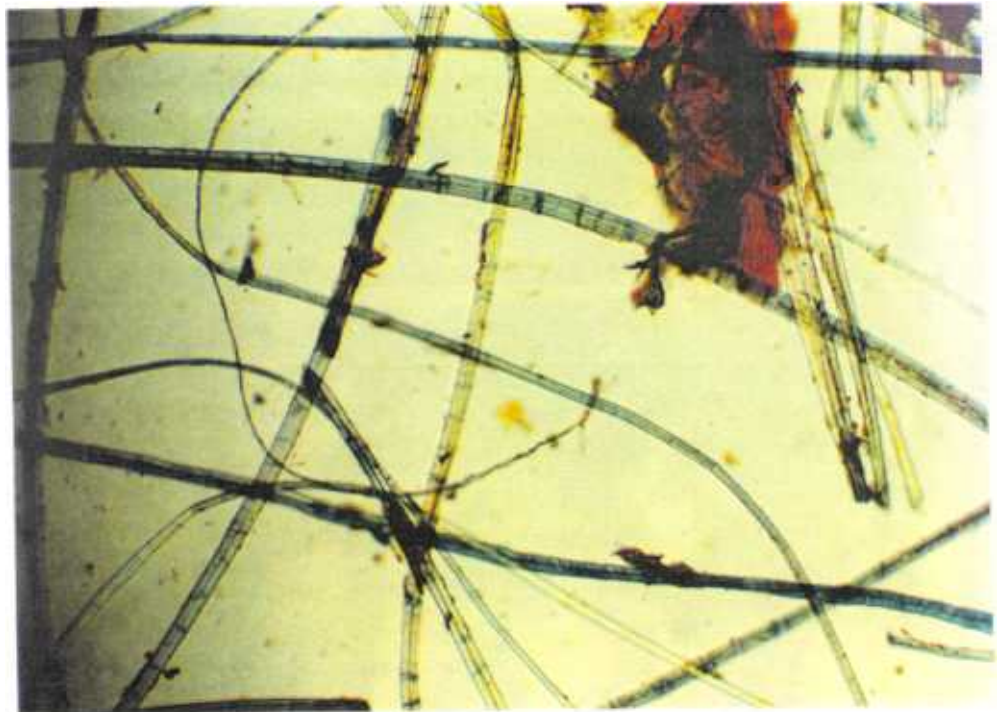


FOTO 2

200X
Luz transmitida
Película KONICA SR-G100 ISO 100/21°
Reg. n^o: 138 - Neg. n^o: 9

LAMINA XXI

FOTO 1

TORSION DE LOS
HILOS

Iz. URDIMBRE: Z
Dcha. TRAMA: Z
40X
Luz reflejada
Película:
KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 138
Neg. n^o: 34



M2T-MARRON

FOTO 2

ENTRAMADO DEL
TEJIDO: TAFETAN
1 x 1

20X
Luz reflejada
Película:
VALCA PANCROMATICA
125 ASA/22 Din
Reg. n^o: 141
Neg. n^o: 6A-7



FOTO 3

IDEM : 1 x 1
40X
Luz reflejada
Película:
KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 139
Neg. n^o: 9



FOTO 1

MACROFOTOGRAFIA DEL
ASPECTO DE LA PREPARACION.

20X

Luz reflejada

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA / 22 Din

Reg. n^o: 141

Neg. n^o: 27A-1



M2T-MARRON

FOTO 2

IDEM. 40X

Película:

KONICA

SR-G100

Reg. n^o:

139

Neg. n^o:

10



FOTO 3

CAMBIO DE COLOR
EXPERIMENTADO
POR LA PREPARACION POR EFECTO
DEL CALOR.

Macrofotografía
30X

Iz.: Aspecto normal.

Dcha.: Después de calentada.

ESTUFA: 200-220°C

TIEMPO: 30 min.

Película:

KONICA SR-G100

Reg. 138/Neg. 27



M2T-MARRON

FOTO 1

CORTE

ESTRATI -

GRAFICO

40X.

Luz refle-
jada.

Pel. KONICA
SR-G100
ISO 100/21°

Reg. nº: 139

Neg. Nº: 36



FOTO 2

IDENTIFICACION

DE AGLUTINANTES

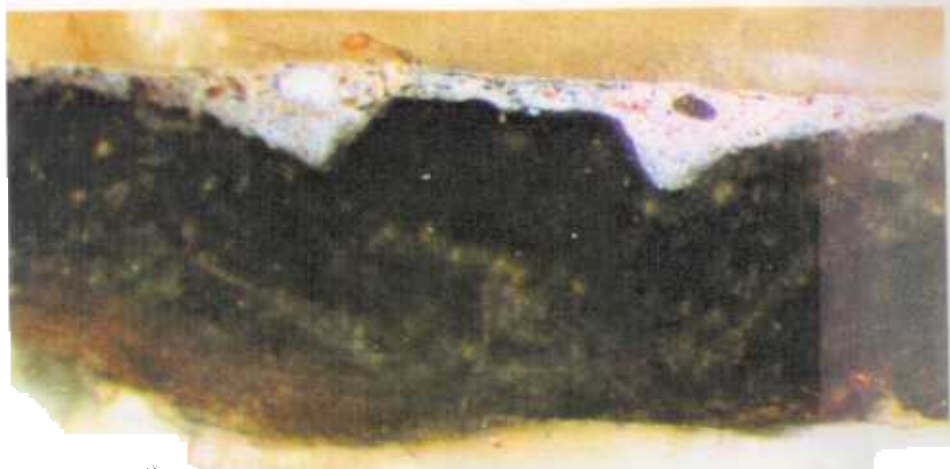
98X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21°

Reg. nº: 158

Neg. nº: 5A-6

Reactivo:
NEGRO SOUDAN



Contenido de grasas:

En el centro se apre-
cia un poco de azul
indicativo de que apenas hay grasa.

Los tonos rojizos corresponden a las arcillas que colorean la
preparación. Grasas: NO.

FOTO 3

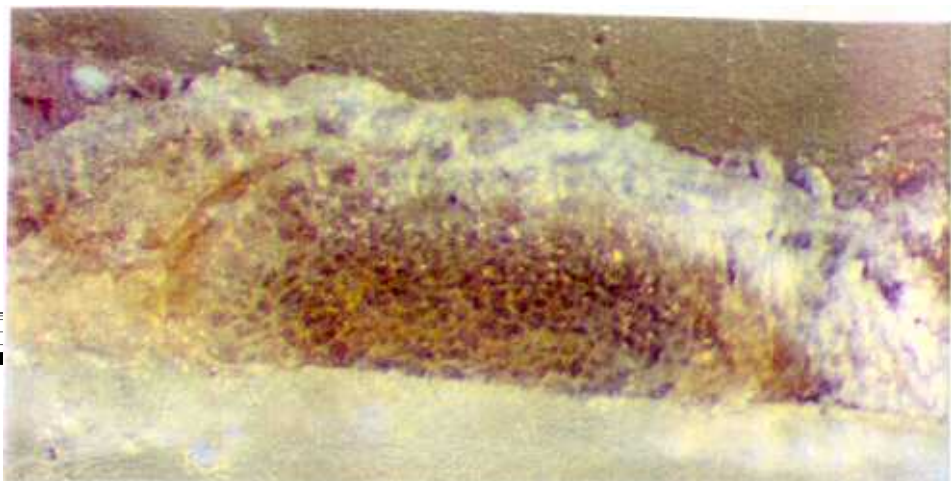
SECCION DE LOS
HILOS

126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21°

Reg. nº: 152

Neg. nº: 12-12A



Se puede llegar a
distinguir la forma

AC-22

FOTO 1

200X

Luz transmitida.

Pel.ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n°: 140

Neg. n°: 23



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE URDIMBRE: Aspecto longitudinal

(Es aplicable a este hilo lo dicho para la M2-ALKIL)

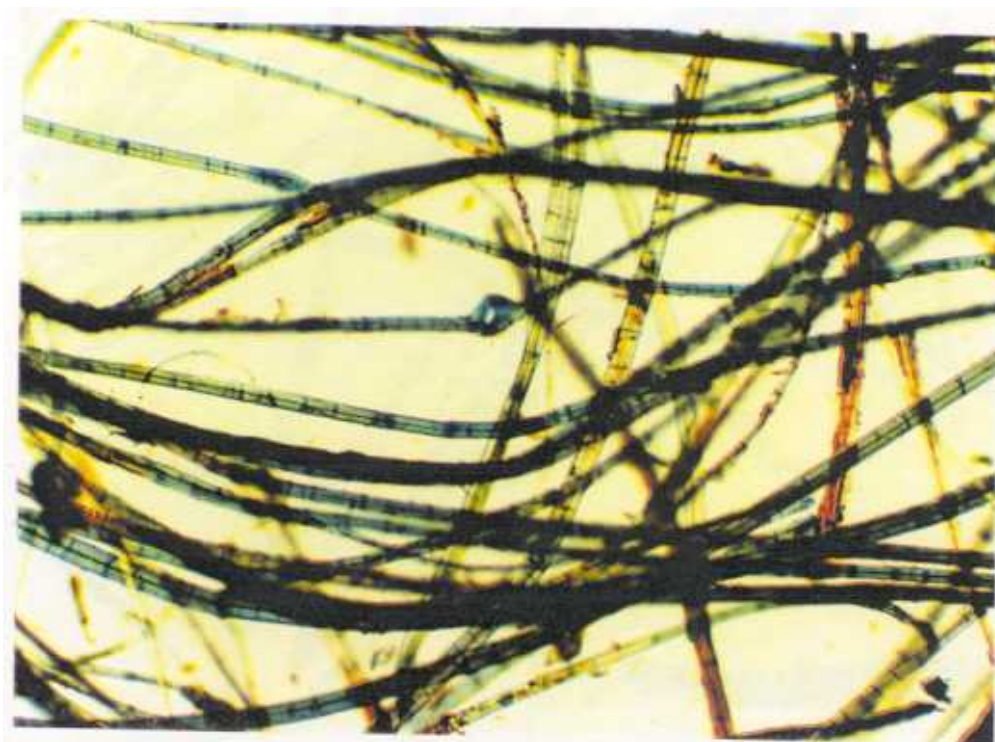


FOTO 2

200X

Luz transmitida.

Película KONICA SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n°: 138

Neg. n°: F

AC-22

FOTO 1

200X

Luz transmitida.

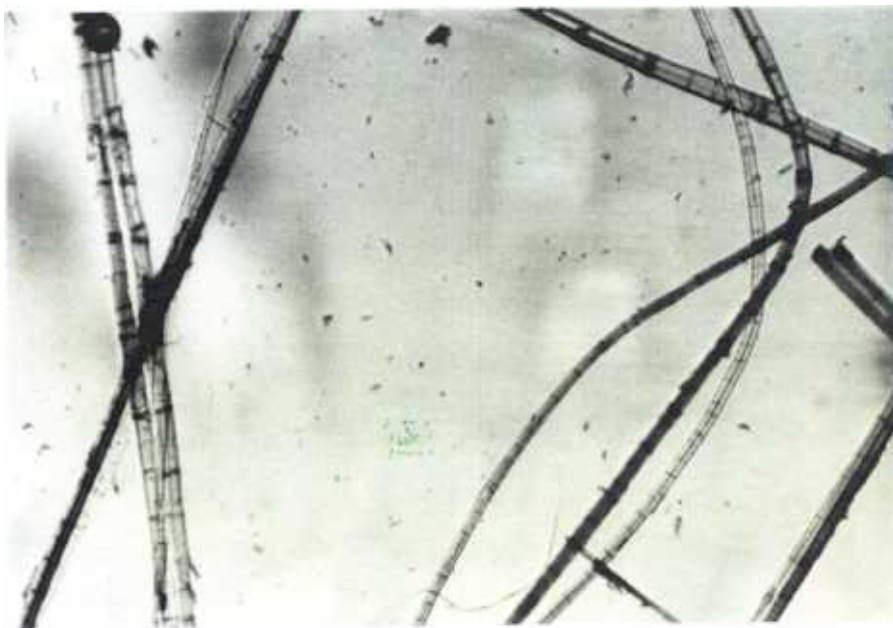
Película:

ILFORD PANF

ISO 50/18⁰ PANF

Reg. n^o: 140

Neg. n^o: 26



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE TRAMA: Aspecto longitudinal

Al igual que en los hilos de urdimbre, son claramente visibles los nódulos en forma de "X" y el LUMEN central.

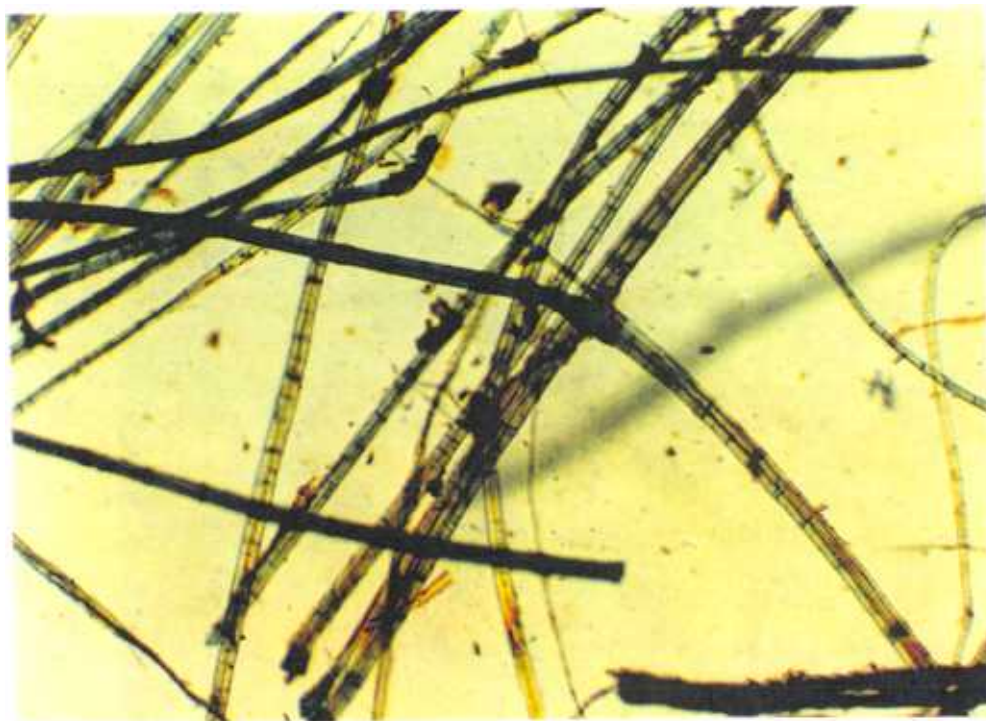


FOTO 2

200X

Luz transmitida

Película KONICA SR-G100 ISO 100/21⁰

Reg. n^o: 138

Neg. n^o: 2

FOTO 1

TORSION DE LOS
HILOS

IzURDIMBRE: Z
Dcha. TRAMA: Z

40X

Luz reflejada.

Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 138

Neg. n°: 31



AC-22

FOTO 2

ENTRAMADO DEL
TEJIDO: TAFETAN
.1 x 1

20X

Luz reflejada.

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n°: 141

Neg. n°: 11A-12



FOTO 3

IDEM: 1 x 1

40X

Luz reflejada.

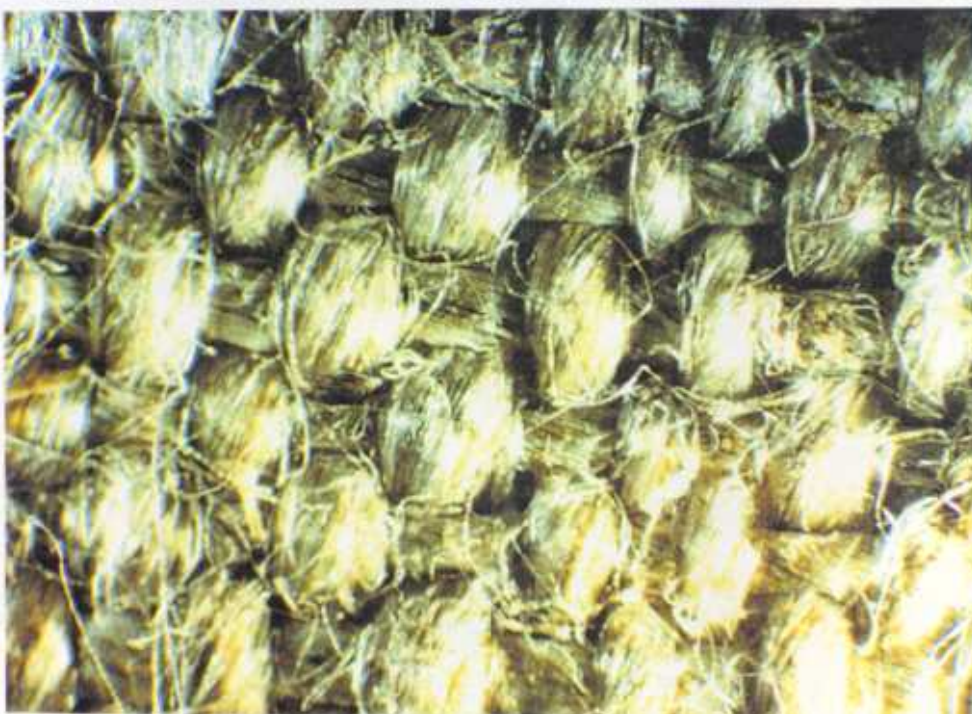
Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 139

Neg. n°: 11



AC-22

FOTO 1

MACROFOTOGRAFIA DEL
ASPECTO DE LA PRE-
PARACION.

20X

Luz reflejada

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

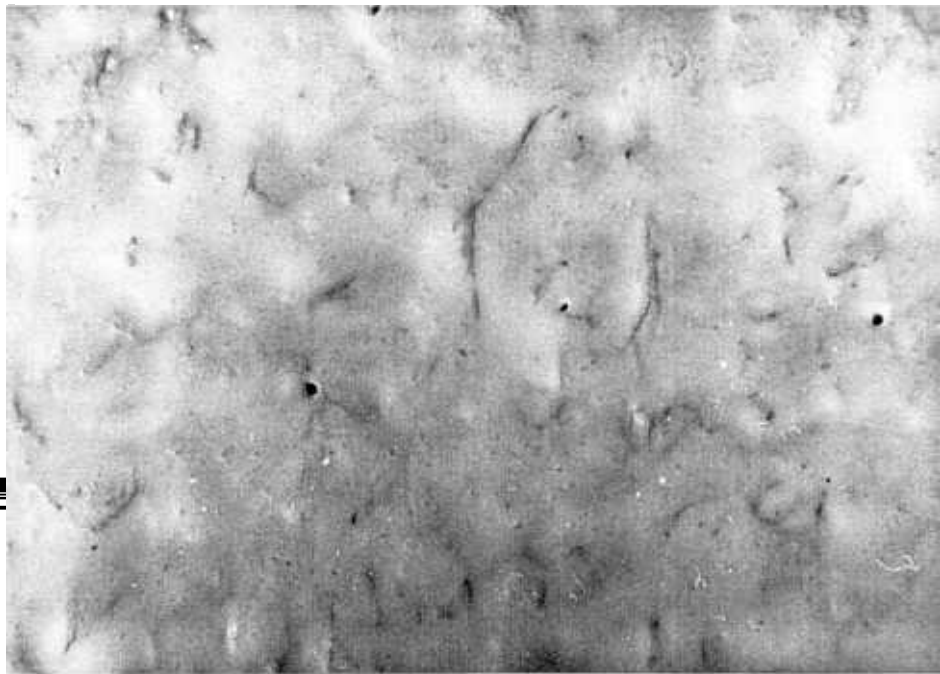


FOTO 2

IDEM. 40X

Película:

KONICA

SR-G100

Reg. n^o:

139

Neg. n^o:

12

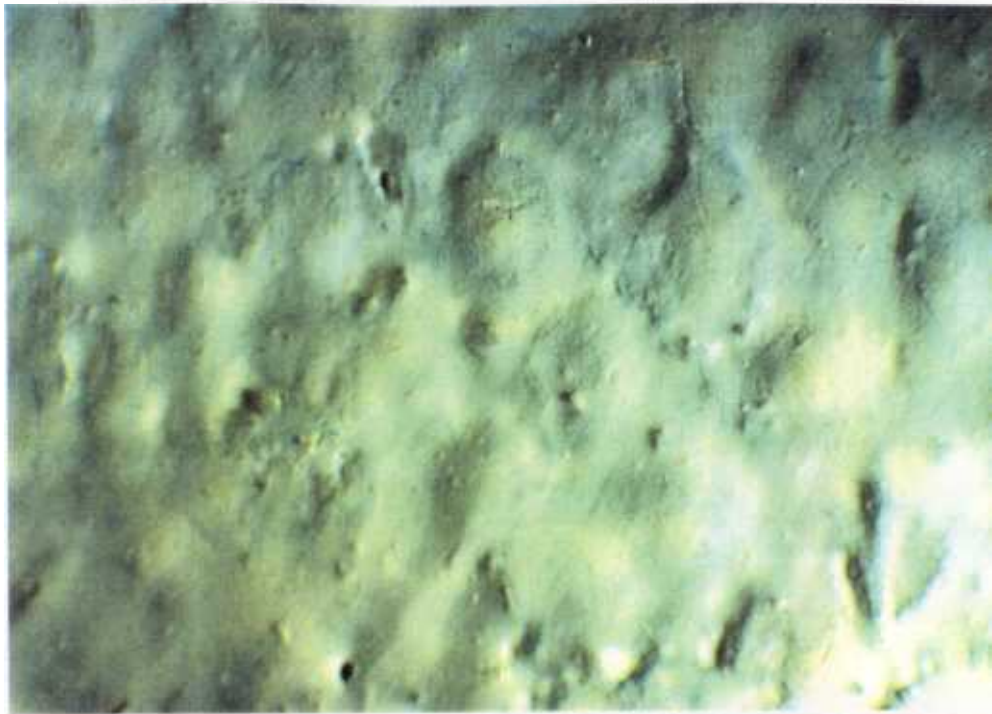


FOTO 3

CAMBIO DE COLOR
EXPERIMENTADO
POR LA PREPARA-
CION POR EFECTO
DEL CALOR

Macrofotografía
30X. Luz reflejada

Iz.: Aspecto nor-
mal.

Dcha.: Después de
calentada.

ESTUFA: 200-220°C

TIEMPO: 30 min.

Película:

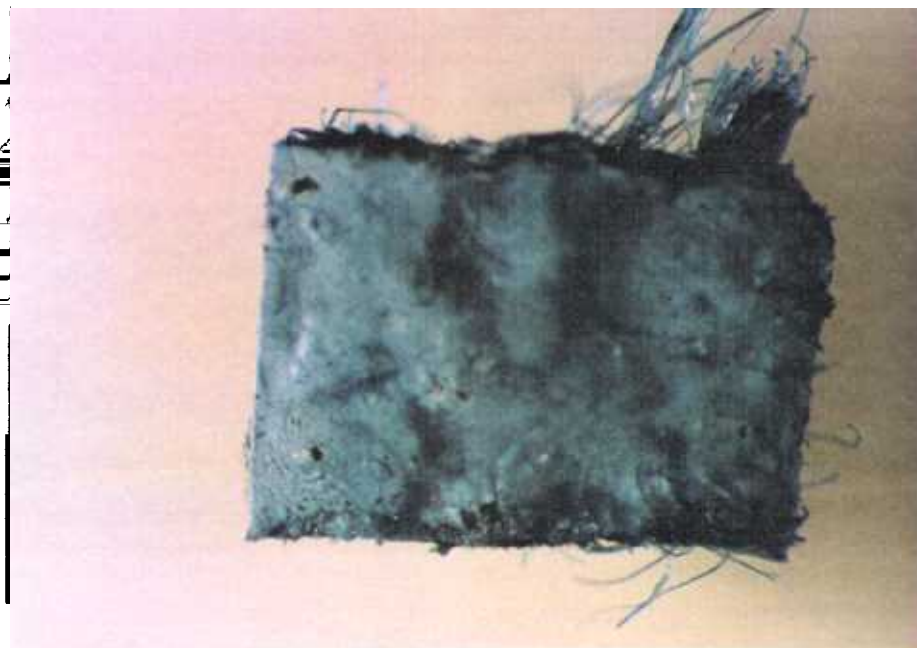
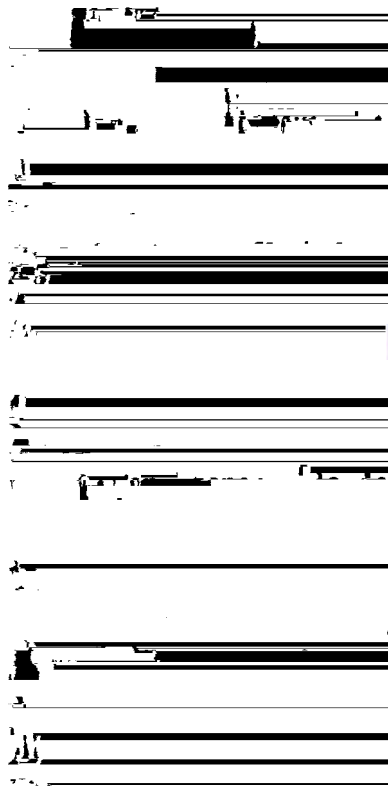
KONICA SR-G100

Reg. 138/Neg. 28



IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

Reactivo:
NOIR D'AMIDA



Pel.KONICA SR-G100
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 30

FOTO 2

Muestra n^o 2: NA2
30X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: ALTO

Pel.KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 6

AC-22



FOTO 1

AC-22

CORTE

ESTRATI-

GRAFICO

40X. Luz
reflejada

Pel. KONICA
SR-G100
ISO 100/21°

Reg. n°: 139

Neg. n°: 28

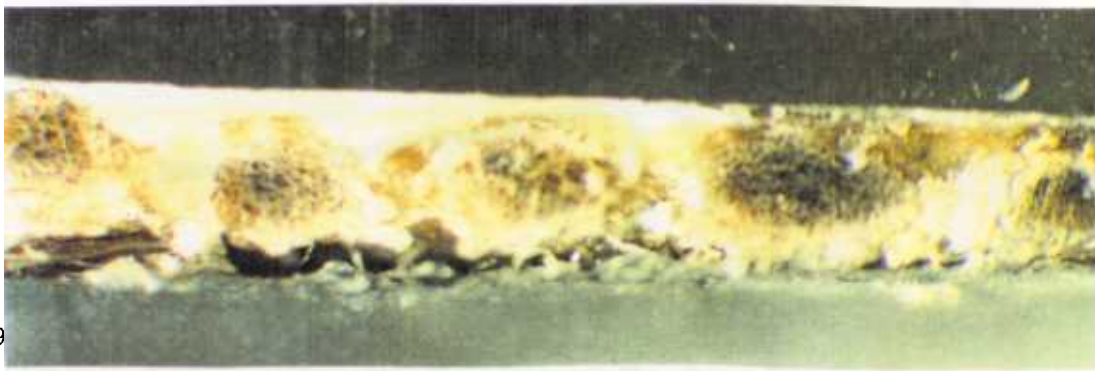


FOTO 2

IDENTIFICACION DE

..AGLUTINANTES

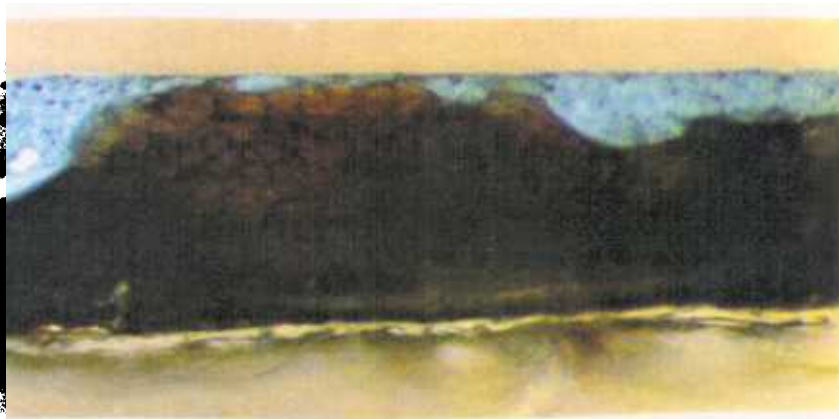
126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21°

Reg. n°: 158

Neg. n°: 12

Reactivo :
NEGRO SOUDAN



Contenido de grasas:

La preparación ha tomado un color azul bastante intenso especialmente en los bordes y menos por el centro. Contenido ALTO

FOTO 3

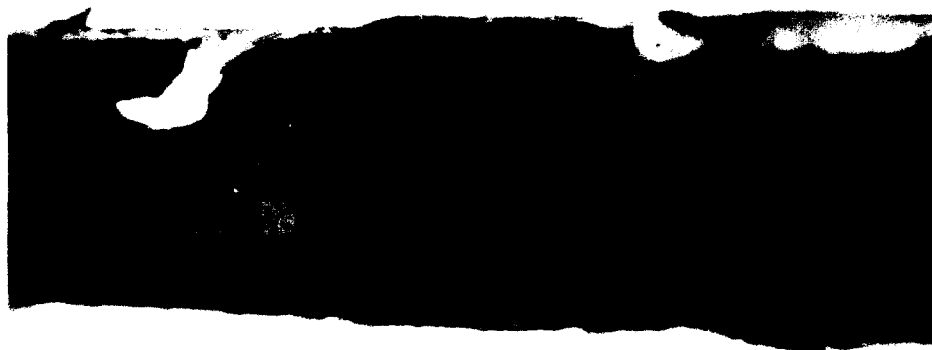
SECCION DE LOS HILOS

126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21°

Reg. n°: 158

Neg. n°: 6A-7



Se pueden distinguir las formas poligonales de las células con el punto central correspondiente al lumen.

66

FOTO 1

200X

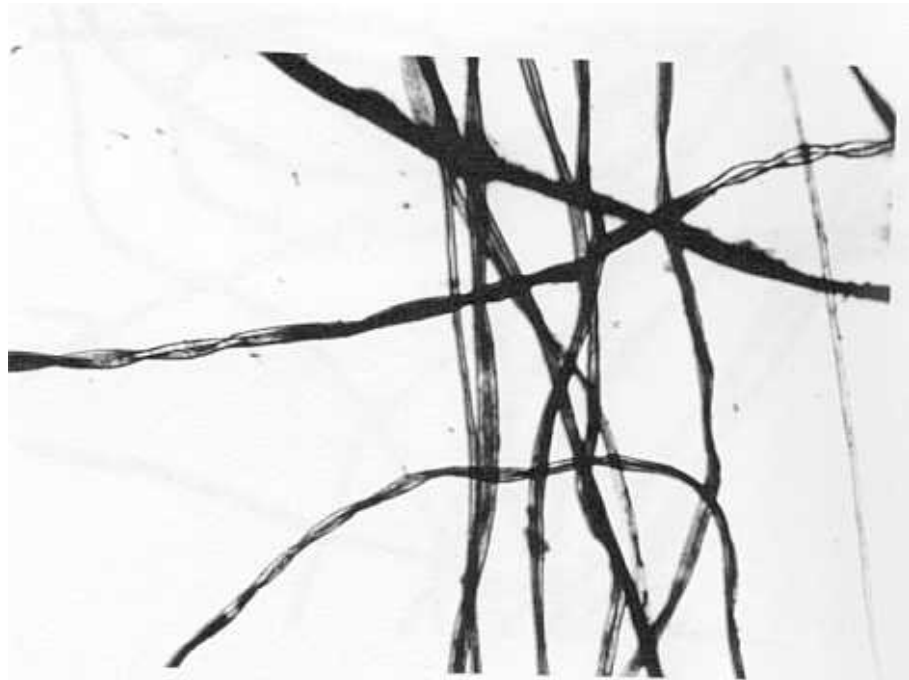
Luz transmitida.

Pe.ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n°: 140

Neg. n°: 14A-15



FIBRAS DE ALGODON DE LOS HILOS DE URDIMBRE: Aspecto longitudinal

Las fibras aparecen claramente separadas unas de otras con el característico aspecto de cinta aplanada y los típicos retorcimientos que indican los cambios producidos en el giro de la fibra.

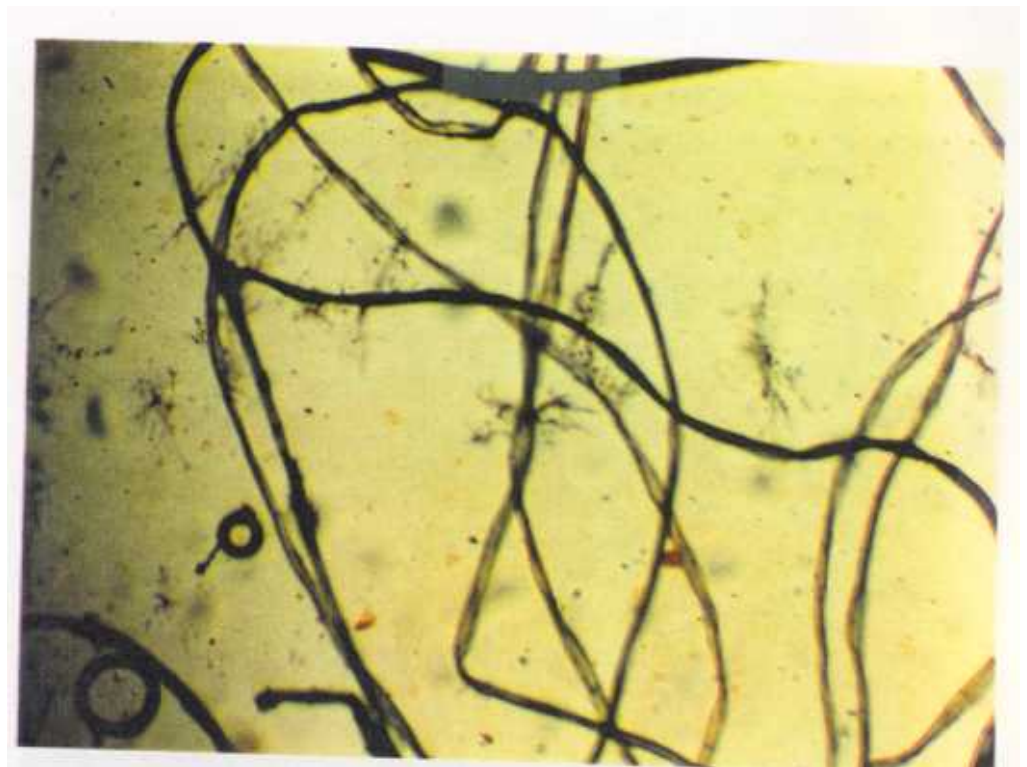


FOTO 2

200X

Luz transmitida.

Película KODAK SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n°: 138

Neg. n°: 15

66

FOTO 1

200X

Luz transmitida.

Pel.ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n°: 140

Neg. n°: 15A-16



FIBRAS DE ALGODON DE LOS HILOS DE TRAMA: Aspecto longitudinal

Es aplicable a estas fibras lo dicho para las de los hilos de urdimbre de la misma tela.

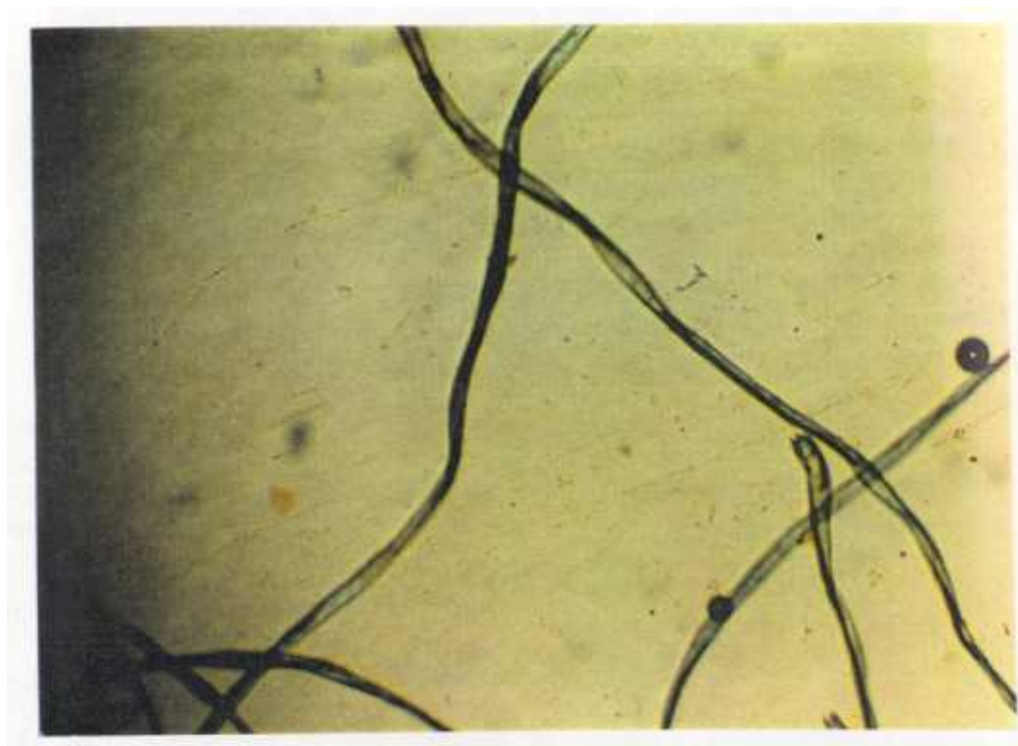


FOTO 2

200X

Luz transmitida.

Película KONICA SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n°: 138

Neg. n°: 16

66

FOTO 1

MACROFOTOGRAFIA DEL
ASPECTO DE LA PRE-
PARACION.

20X

Luz reflejada.

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n^o: 141

Neg. n^o: 2A-3

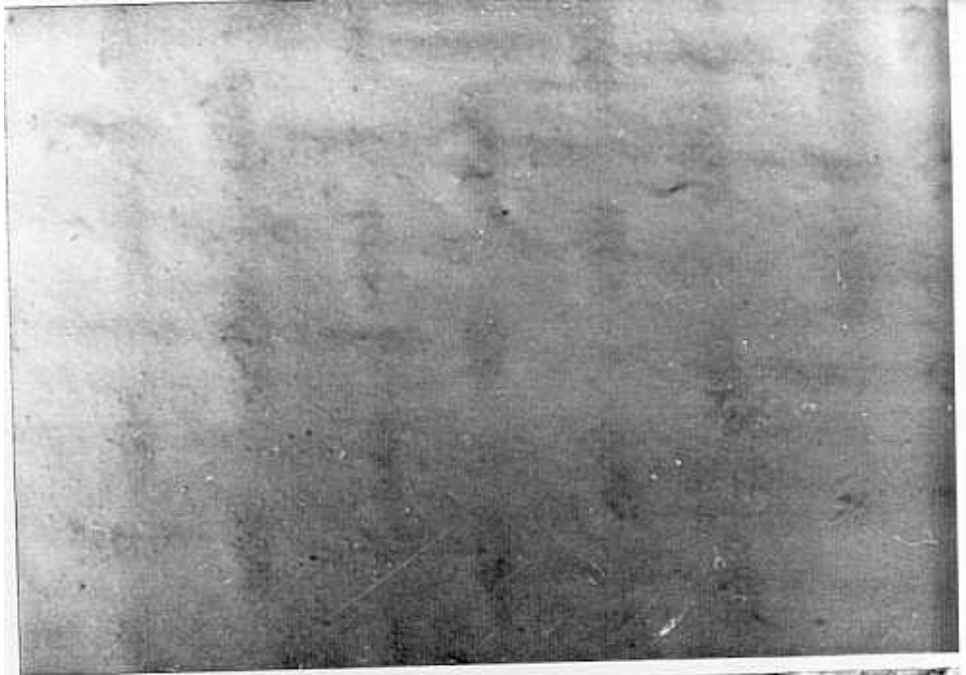


FOTO 2

IDEM. 40X

Película;

KONICA

SR-G100

Reg. n^o: 139

Neg. n^o: 18



FOTO 3

CAMBIO DE COLOR
EXPERIMENTADO
POR LA PREPARA-
CION POR EFECTO
DEL CALOR

Macrofotografía
30X

Iz.: Aspecto nor-
mal.

Dcha.: Después de
calentado.

ESTUFA: 200-220°C

TIEMPO: 30 min.

Película:

KONICA SR-G100

Reg. n^o: 138

Neg. n^o: 24



FOTO 1

TORSION DE LOS
HILOS

Iz.URDEMBRE: Z
Dcha.TRAMA: Z

40X

Luz reflejada.

Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 138

Neg. n°: 33



66

FOTO 2

ENTRAMADO DEL
TEJIDO: TAFETAN
1 x 1

20X

Luz reflejada.

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n°: 141

Neg. n°: 1A-2



FOTO 3

IDEM: 1 x 1

40X

Luz reflejada.

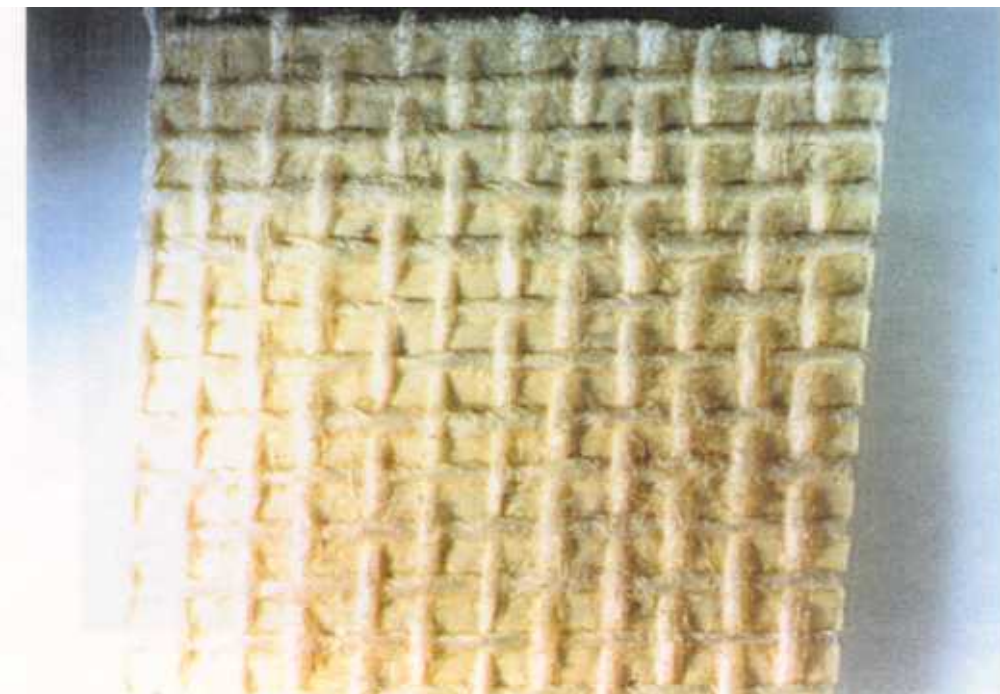
Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 138

Neg. n°: R



IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

Reactivo:
NOIR D'AMIDA

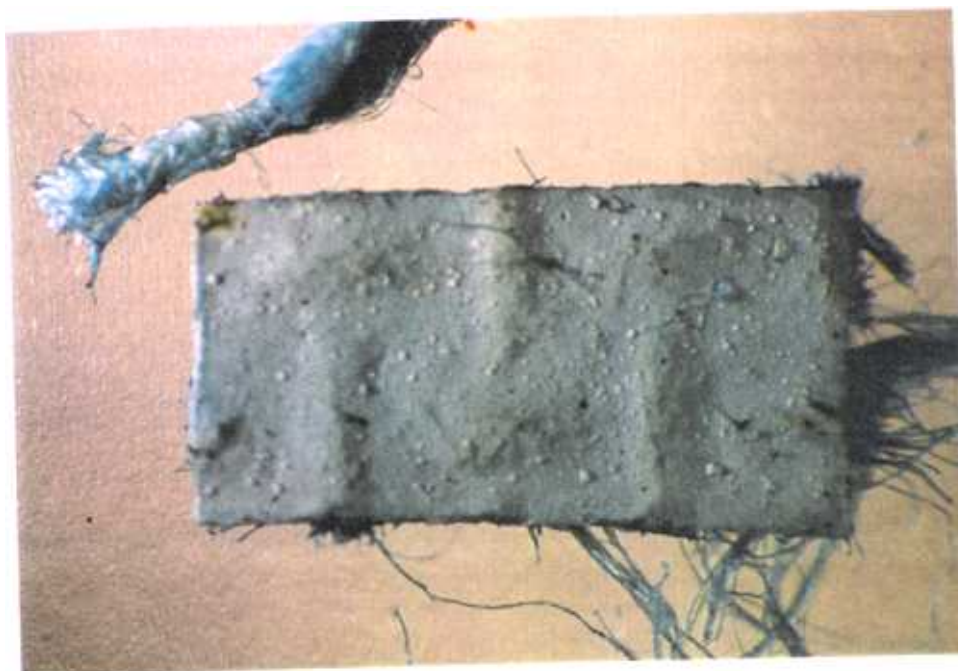
FOTO 1

Muestra n^o 1: NA1
30X
Contenido de
proteínas: BAJO
Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 11



FOTO 2

Muestra n^o 2: NA2
30X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: BAJO
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 12



66

FOTO 3

Muestra n^o 3: NA3
30X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: BAJO
Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 13

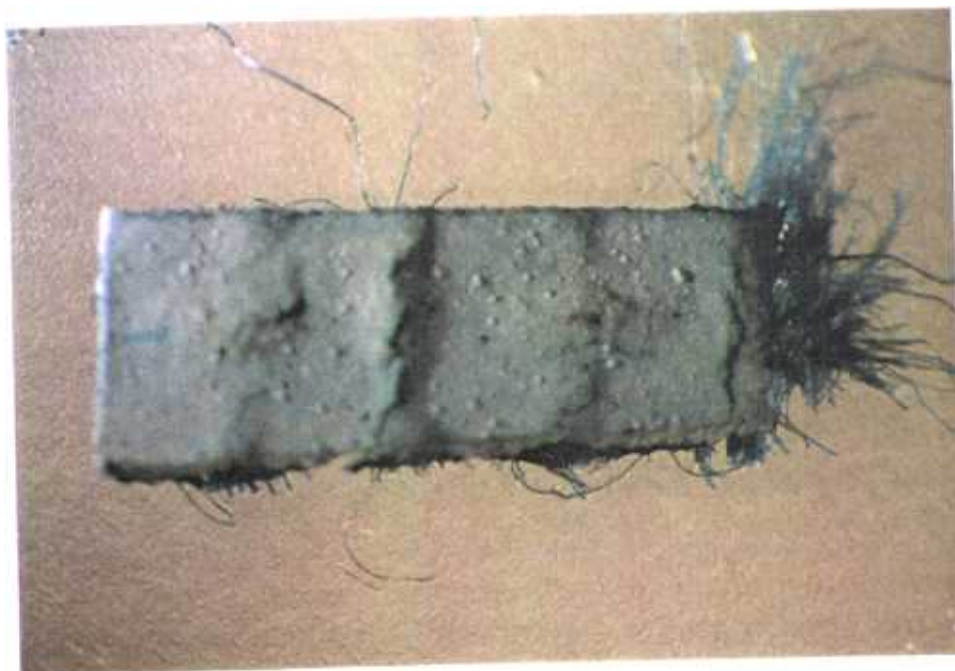


FOTO 1

CORTE
ESTRATIGRA-
FICO.

40X. Luz
reflejada.

Pel. KONICA
SR-G100
ISO 100/21°

Reg. nº: 139 Neg. nº: 29



FOTO 2

IDENTIFICACION
DE AGLUTINANTES.

126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21°

Reg. nº: 158
Neg. nº: 8A-9

Reactivo:
NEGRO SOUDAN



Contenido de grasas: El estrato correspondiente a la preparación se ve muy oscuro al objetivo con un tono muy fuerte de azul indicativo de un contenido graso MUY ALTO. Los puntos claros pueden ser incrustaciones minerales; al objetivo se ven de un neto color azul.

FOTO 3

SECCION DE LOS HILOS

126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21°

Reg. nº: 152/Neg. nº:
Neg. nº: 11-11A

Es un intento, a falta de enfoque, de destacar la sección correspondiente a las fibras. No se aprecian claramente las formas de las células



LEVANTE-20

FOTO 1

200X

Luz transmitida.

Pel.ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n^o: 140

Neg. n^o: 27



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE URDIMBRE: Aspecto longitudinal

(Es aplicable a este hilo lo dicho par la M2-ALKIL)

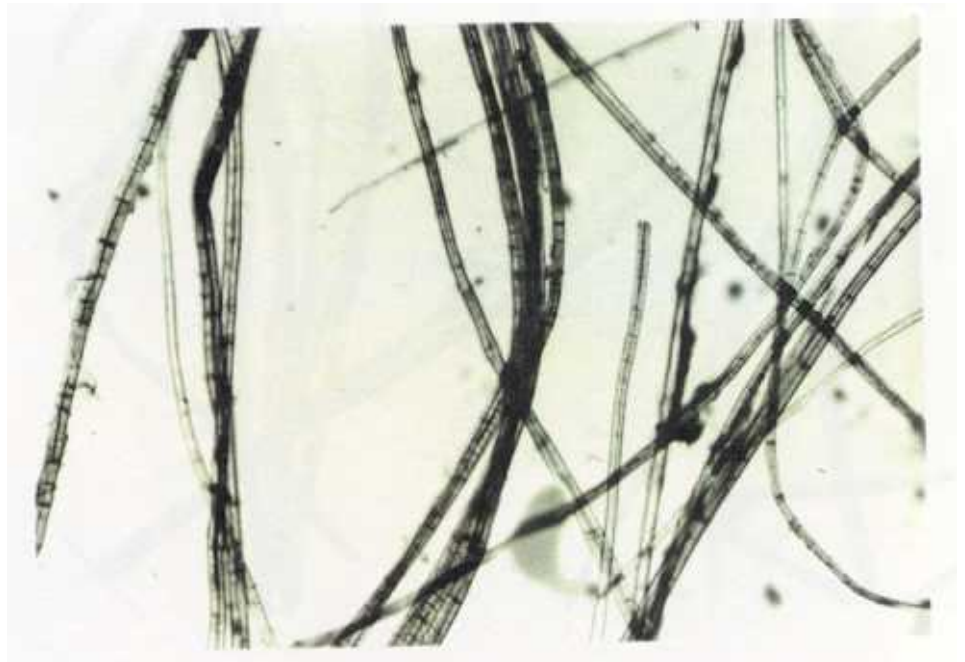


FOTO 2

200X

Luz transmitida.

Película: KONICA SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n^o: 138

Neg. n^o: 19

LEVANTE-20

FOTO 1

200X

Luz transmitida.

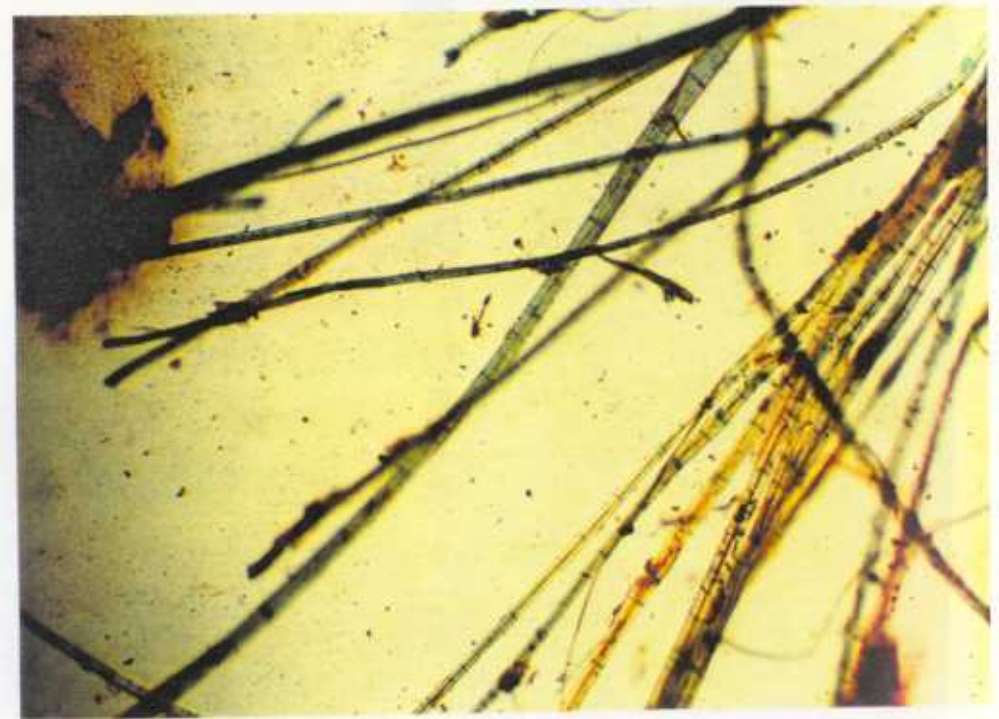
Película:

ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n°: 140

Neg. n°: 28



FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE TRAMA: Aspecto longitudin

Al igual que en los hilos de urdimbre, son claramente v
los nódulos en forma de "X" y el LUMEN central.

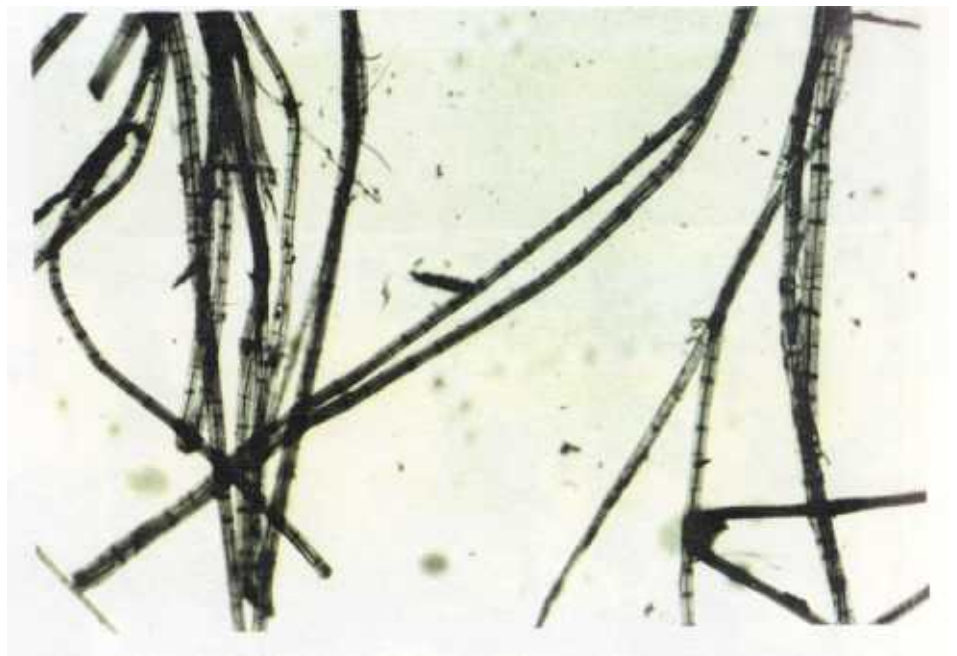


FOTO 2

200X

Luz transmitida.

Película KONICA SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n°: 138

Neg. n°: 21

LEVANTE -20

FOTO 1

TORSION DE LOS
HILOS

Iz. URDIMBRE: Z
Dcha. TRAMA: Z

40X

Luz reflejada.

Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 139

Neg. n°: 1

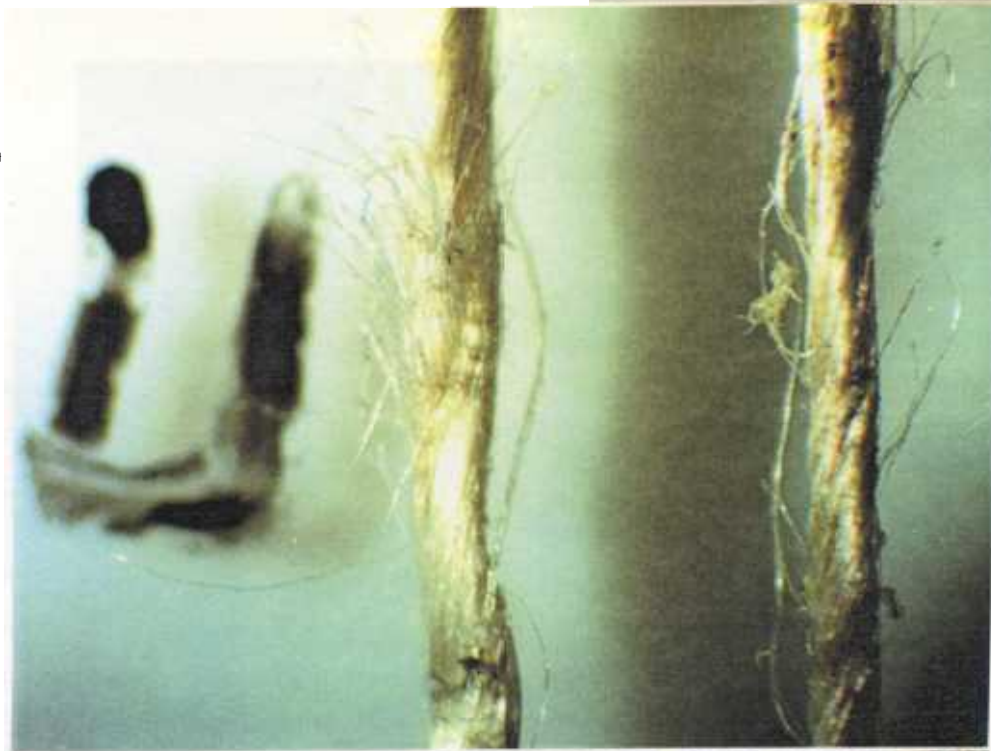


FOTO 2

ENTRAMADO DEL
TEJIDO: TAFETAN
1 x 1

20X

Luz reflejada.

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n°: 141

Neg. n°: 13A-14

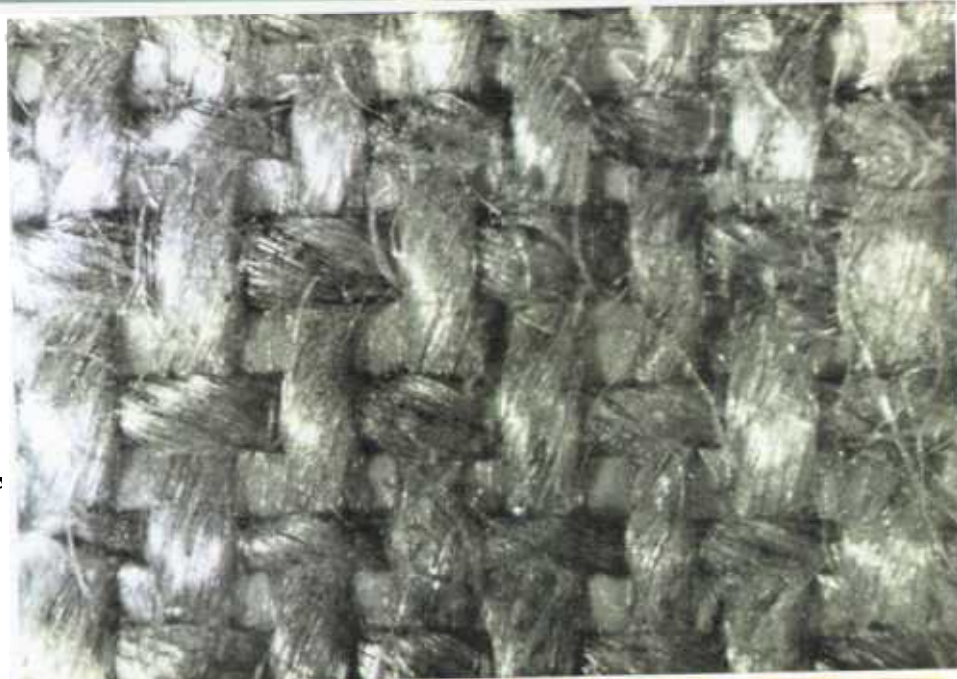


FOTO 3

IDEM: 1 x 1

40X

Luz reflejada.

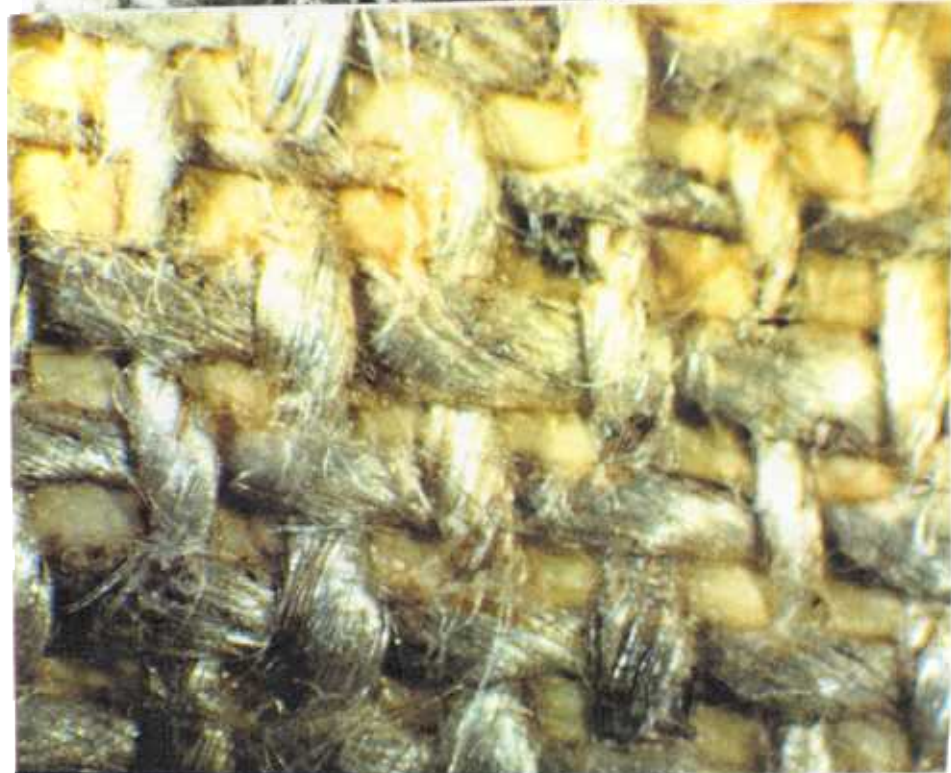
Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 139

Neg. n°: 21



LEVANTE-20

FOTO 1

MACROFOTOGRAFIA DEL
ASPECTO DE LA PRE-
PARACION.

20X

Luz reflejada.

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n^o: 141

Neg. n^o: 14A-15



FOTO 2

IDEM. 40X

Película:

KONICA

SR-G100

ISO 100/21^o

Reg. n^o: 139

Neg. n^o: 22



FOTO 3

CAMBIO DE COLOR
EXPERIMENTADO
POR LA PREPARA-
CION POR EFECTO
DEL CALOR.

Macrofotografía
30X.Luz reflejada.

Iz.:Aspecto nor-
mal.

Dcha.:Después de
calentada.

ESTUFA:200-22^oC



LAMINA XL1

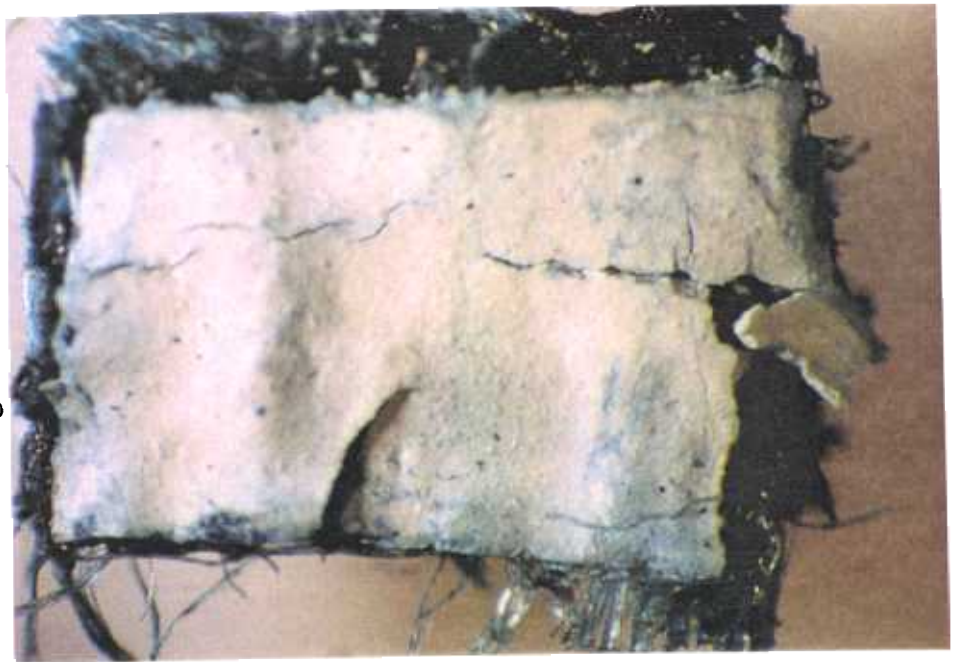
IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

Reactivo:
NOIR D'AMIDA

FOTO 1

Muestra n^o 1: NA1
36X.Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: NEGATIVO

Pel.KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 25



LEVANTE -20

FOTO 2

Muestra n^o 2: NA2
36X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas:NEGATIVO

Pel.KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 24

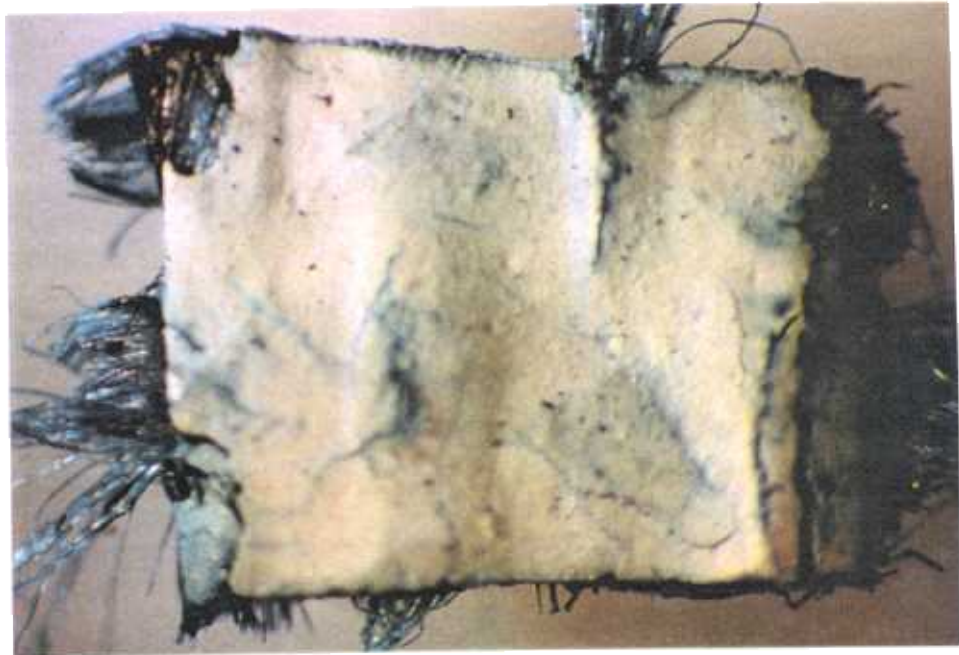


FOTO 3

Muestra n^o 3: NA3
36X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas:NEGATIVO

Pel.KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 26

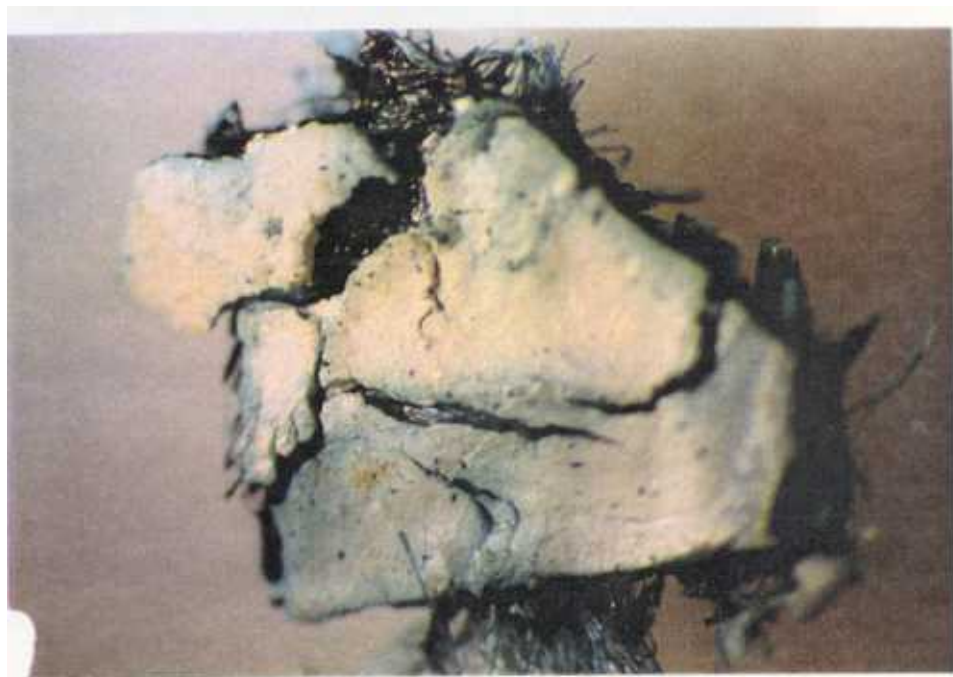


FOTO 1

LEVANTE-20

Pel.
KONICA
SR-G100
ISO 100

Reg. nº:
139

Neg. nº:
33



CORTE ESTRATIGRAFICO

40X. Luz reflejada.

FOTO 2

IDENTIFICACION DE AGLUTINANTES

100X. Luz reflejada

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21º

Reg. nº: 158

Neg. nº: 11A-12

Reactivo:
NEGRO SOUDAN

La preparación aparece teñida regularmente de un azul menos intenso que en las "66" y "M2-OLEO"
Contenido graso:
MEDIO

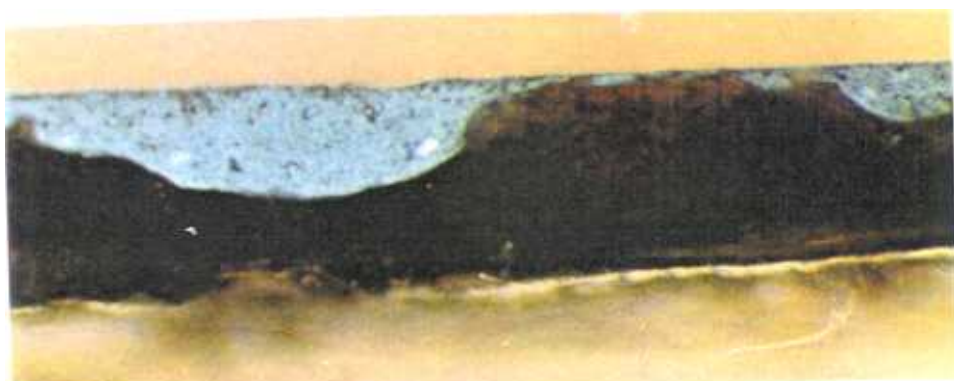


FOTO 3

SECCION DE LOS HILOS

126X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21º

Reg. nº: 158

Neg. nº: R



Se entreve la sección de las fibras con el lumen central.

LEVANTE-25

FOTO 1

200X

Luz transmitida.

Pel.ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n°: 140

Neg. n°: 31



FIBRAS DE LOS HILOS DE URDIMBRE: Aspecto longitudinal.

POLIESTER: Es la fibra que aparece como transparente. Su diámetro es completamente uniforme. No se tiñe con el reactivo.

VISCOSA: Es la fibra de color oscuro. El diámetro es uniforme en toda su longitud dando aspecto de tubo si bien la fibra es plana. Carece de interrupciones, cortes o secciones transversales a lo largo de la fibra.



FOTO 2

200X

Luz transmitida.

Película: KONICA SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n°: 138

Neg. n°: 17

LEVANTE-25

FOTO 1

200X

Luz transmitida.

Película:

ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n° : 140

Neg. n° : 31A-32



FIBRAS DE LOS HILOS DE TRAMA: Aspecto longitudinal.

Los hilos se componen de tres fibras distintas:

ALGODON - POLIESTER - VISCOSA

-1-

-2-

-3-

Para su identificación: ver nota de los hilos de urdimbre de las telas LEVANTE-25 y 66).



FOTO 2

200X

Luz transmitida.

Película KONICA SR-G100 ISO 100/21°

Reg. n°: 138

Neg. n°: 18

LEVANTE-25

FOTO 1

TORSION DE LOS
HILOS

Iz.URDIMBRE: Z
Dcha. TRAMA: Z

40X

Luz reflejada.

Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 139

Neg. n°: 2

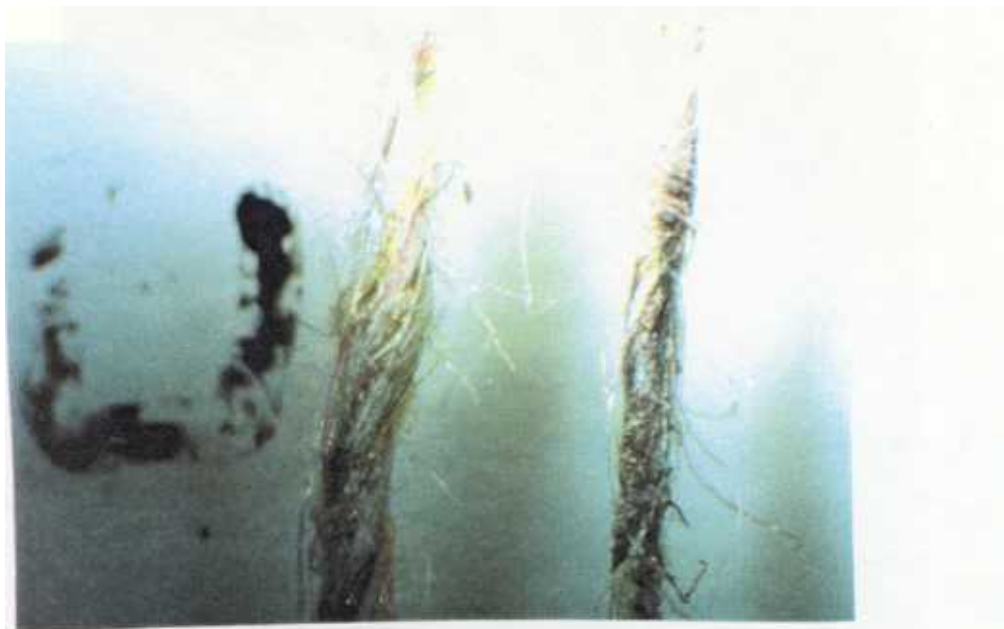
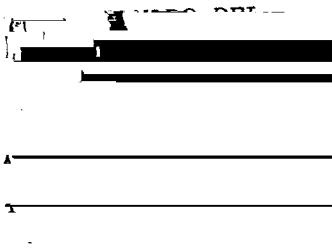


FOTO 2



TEJIDO: TAFETAN
1 x 1

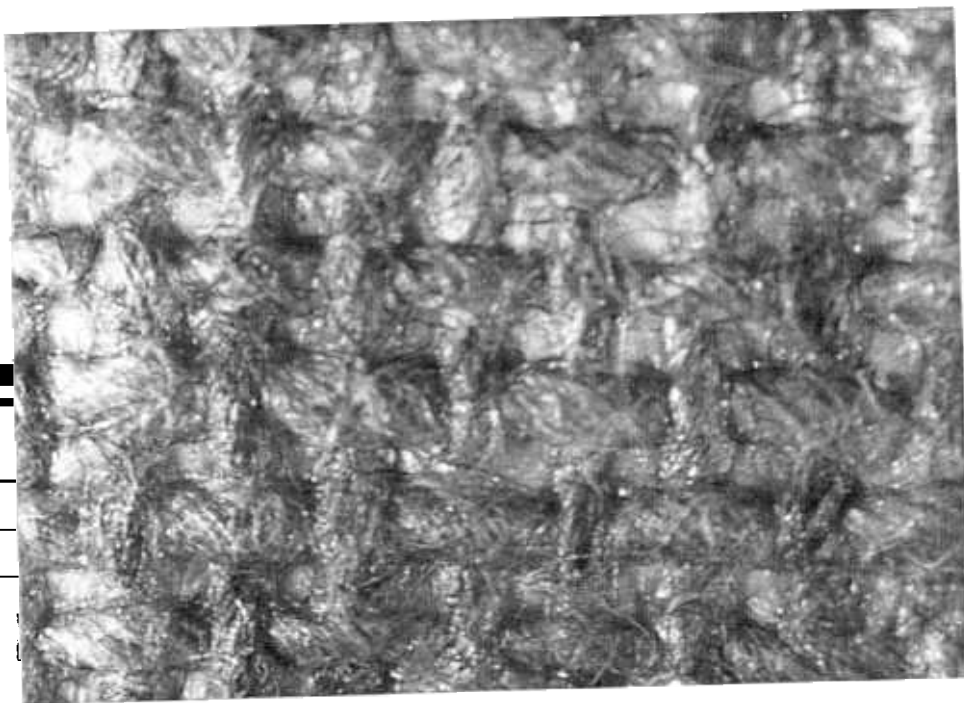


FOTO 3

IDEM: 1 x 1

40X

Luz reflejada.

Película:

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 139

Neg. n°: 23



LEVANTE-25

FOTO 1

MACROFOTOGRAFIA DEL
ASPECTO DE LA PRE-
PARACION.

20X

Luz reflejada.

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n^o: 141

Neg. n^o: 6A-7



FOTO 2

IDEM. 40X

Película;

KONICA SR-G100

ISO 100/21^o

Reg. n^o: 139

Neg. n^o: 24



FOTO 3

CAMBIO DE COLOR
EXPERIMENTADO
POR LA PREPARA-
CION POR EFECTO
DEL CALOR

Macrofotografía
30X. Luz reflejada.

Iz.: Aspecto nor-
mal.

Dcha. Después de
calentada.

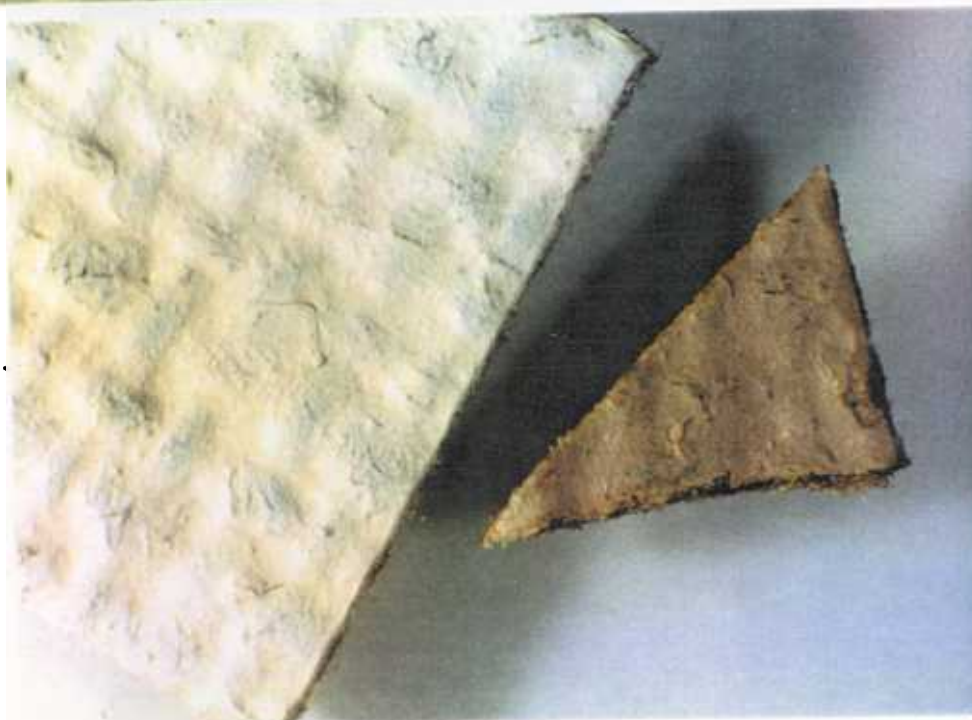
ESTUFA: 200-220^oC

TIEMPO: 30 min.

Película:

KONICA SR-G100

Reg. 138/Neg. 25



LAMINA XLVII

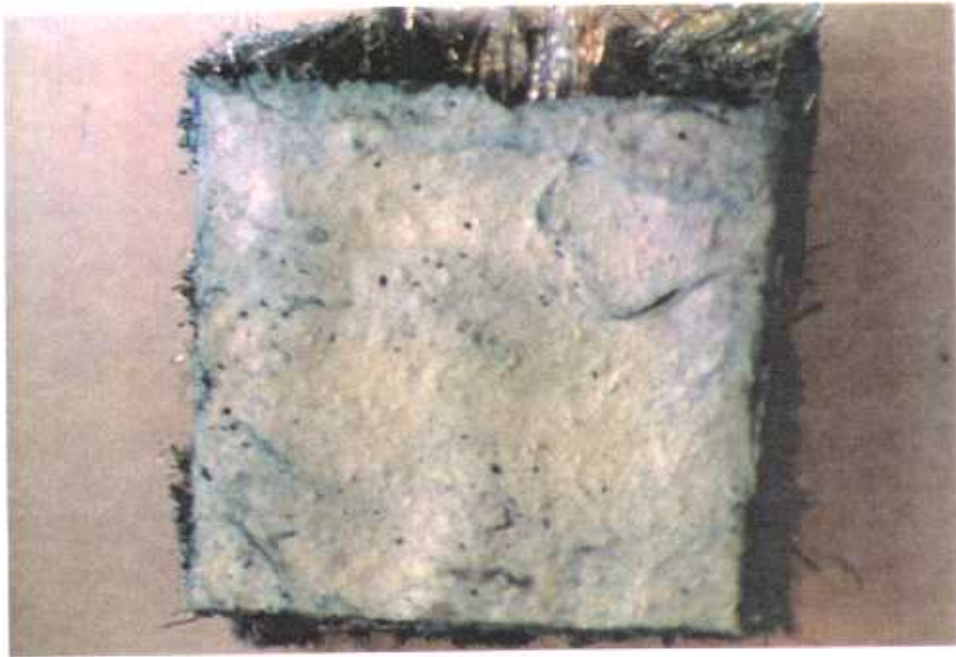
IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

Reactivo:
NOIR D'AMIDA

FOTO 1

Muestra n^o 1: NA1
36X. Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: BAJO

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 29



LEVANTE-25

FOTO 2

Muestra n^o 2: NA2
36X
Luz reflejada.
Contenido de pro-
teínas: NEGATIVO

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 28



FOTO 3

Muestra n^o 3: NA3
36X
Luz reflejada.
Contenido de pro-
teínas: NEGATIVO

Pel. KONICA SR-G100
ISO 100/21^o
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 27



LEVANTE-90

FOTO 1

200X
Luz transmitida.
Película
ILFORD PANF
ISO 50/18° PANF
Reg. n°: 140
Neg. n°: 33A-34



FIBRAS DE LOS HILOS DE TRAMA: Aspecto longitudinal.

Los hilos se componen de tres fibras distintas:

ALGODON - POLIESTER - VISCOSA

-1- -2- -3-

(Para su identificación: ver nota de los hilos de urdim
de esta misma tela).

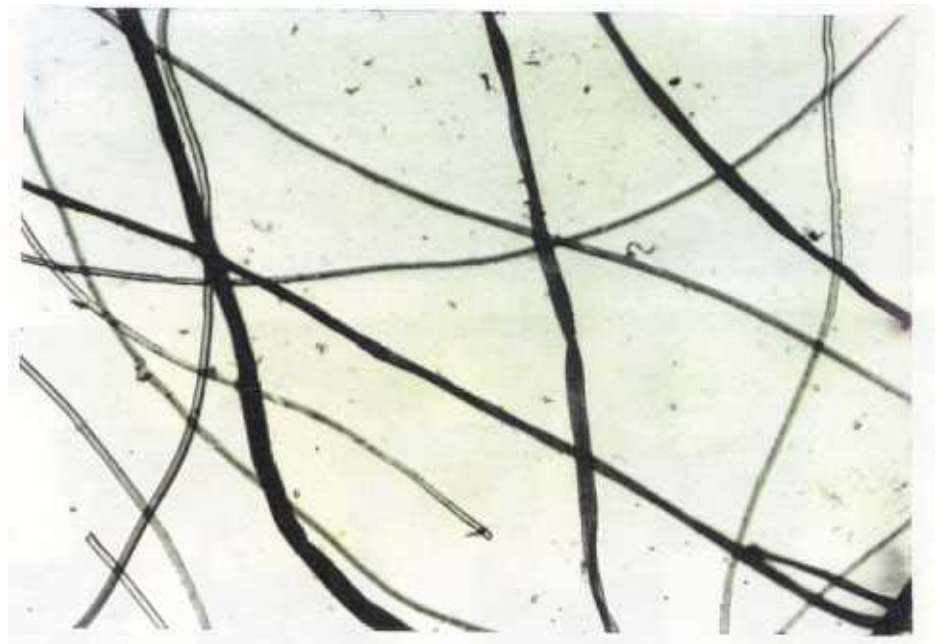


FOTO 2

200X
Luz transmitida.
Película KONICA SR-G100 ISO 100/21°
Reg. n°: 138
Neg. n°: 4

LEVANTE-90

FOTO 1

TORSION DE LOS
HILOS

Iz. URDIMBRE: Z
Dcha. TRAMA: Z

40X

Luz reflejada.

Película

KONICA SR-G100

ISO 100/21

Reg. n°: 139

Neg. n°: 4

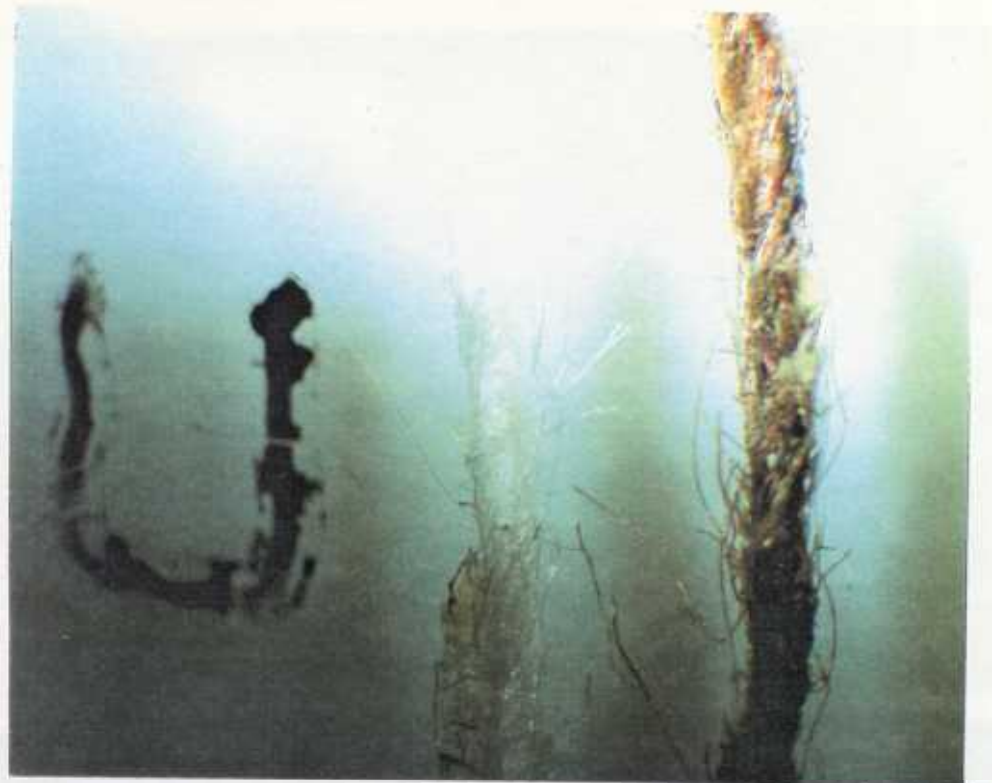


FOTO 2

ENTRAMADO DEL
TEJIDO: TAFETAN
1 x 1

20X

Luz reflejada

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n°: 141

Neg. n°: 7A-8

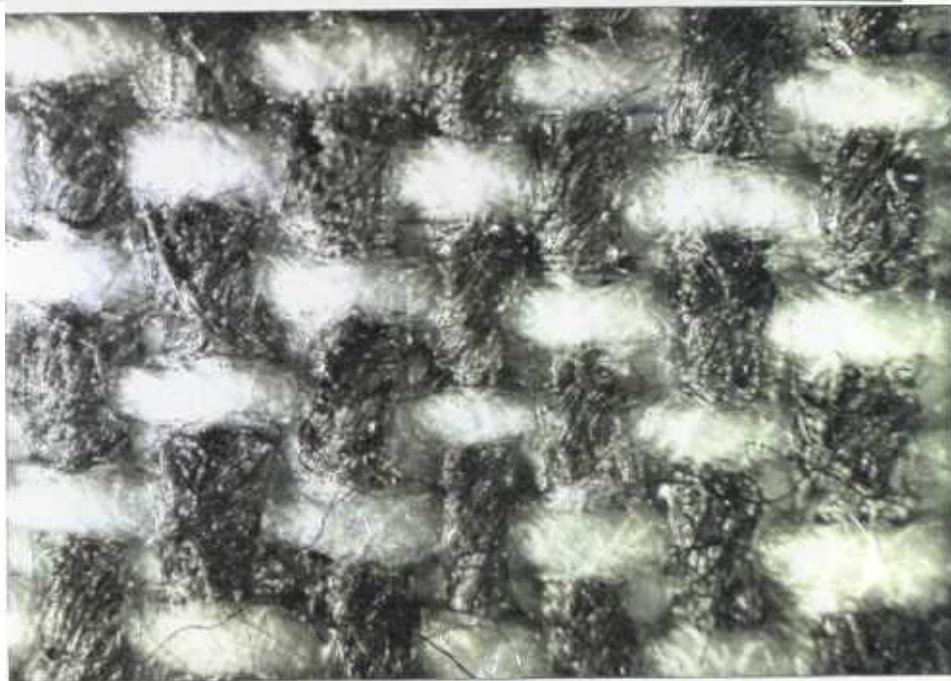


FOTO 3

IDEM: 1 x 1

40X

Luz reflejada.

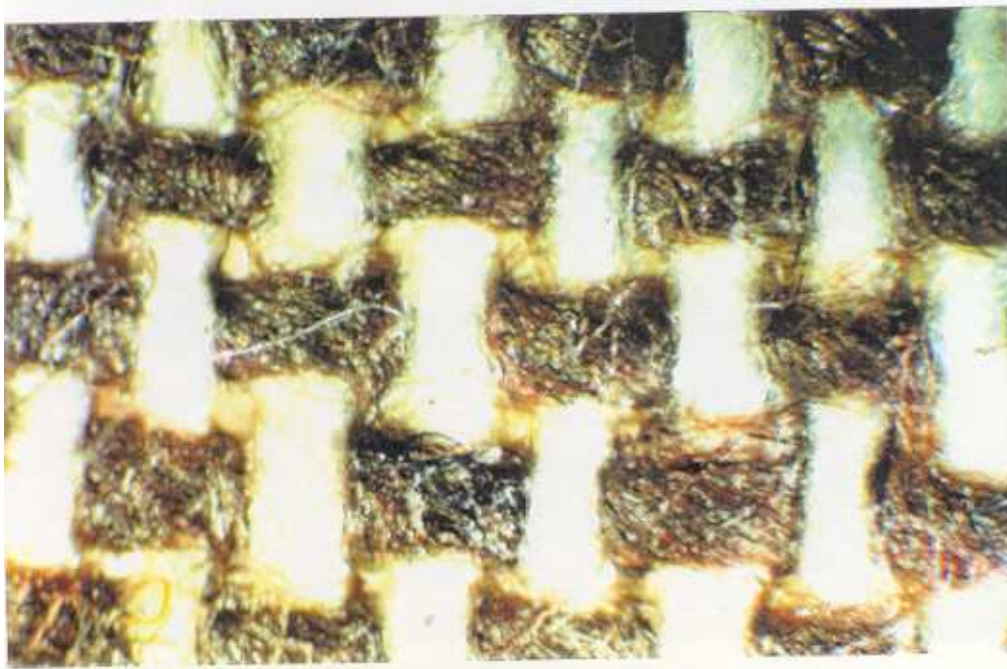
Película:

KONICA SR-G 100

ISO 100/21

Reg. n°: 139

Neg. n°: 27



LEVANTE-90

FOTO 1

MACROFOTOGRAFIA DEL
ASPECTO DE LA PRE-
PARACION.

20X

Luz reflejada

Película:

VALCA PANCROMATICA

125 ASA/22 Din

Reg. n^o: 141

Neg. n^o: 8A-9



FOTO 2

IDEM. 40X

Película:

KONICA SR-G 100

ISO 100/21

Reg. n^o: 139

Neg. n^o: 26



FOTO 3

CAMBIO DE COLOR
EXPERIMENTADO
POR LA PREPARA-
CION POR EFECTO
DEL CALOR.

Macrofotografía.
30X.Luz reflejada.

Iz.Aspecto normal.
Dcha.:Después de
calentada.

ESTUFA: 200-220°C
TIEMPO: 30 min.

Película:

KONICA SR-G 100

Reg. 138/Neg. 29



LAMINA LII

IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

Reactivo:
NOIR D'AMIDA

FOTO 1

Muestra n^o 1: NA1.
20X. Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: NEGATIVO

Pel.KONICA SR-G100
ISO 100/21
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 31



LEVANTE-90

FOTO 2

Muestra n^o 2: NA2
24X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: MEDIO

Pel.KONICA SR-G 100
ISO 100/21
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 32

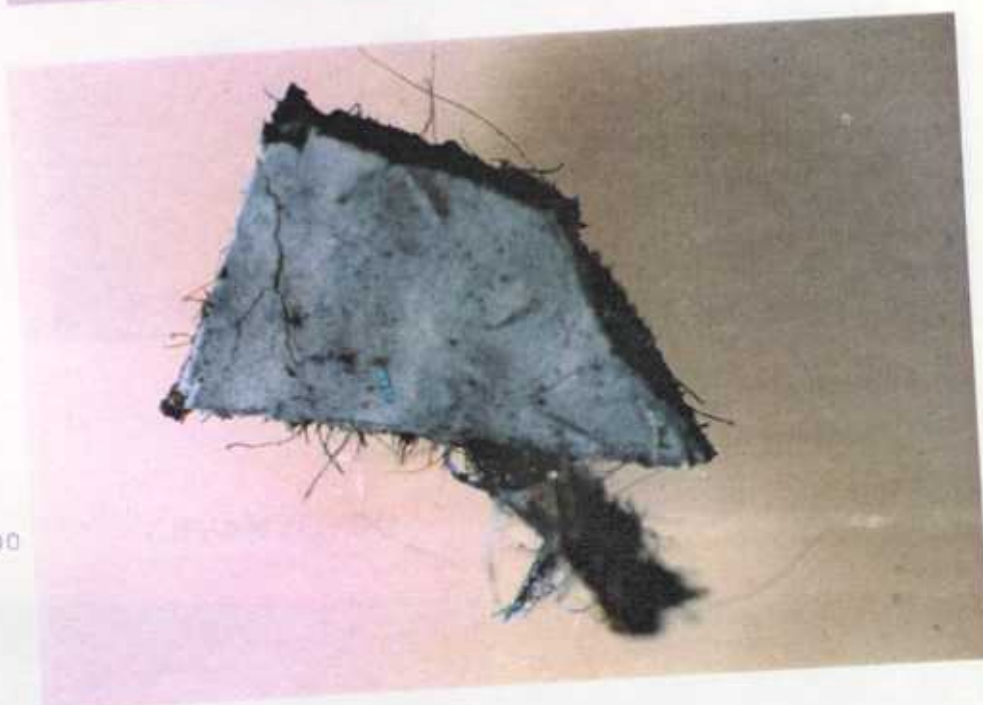
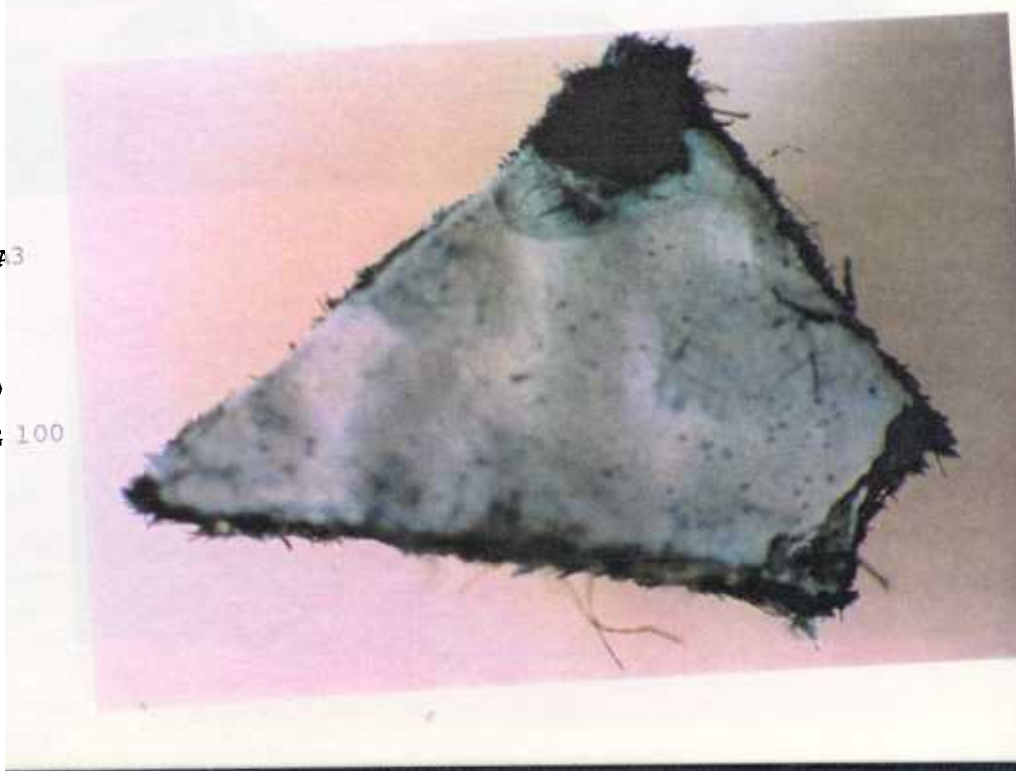


FOTO 3

Muestra n^o 3: NA3
30X
Luz reflejada.
Contenido de
proteínas: BAJO

Pel.KONICA SR-G 100
ISO 100/21
Reg. n^o: 142
Neg. n^o: 33



LAMINA LIII

FOTO 1

CORTE ESTRA-
TIGRAFICO

40X. Luz
reflejada.

Pel. KONICA
SR-G100/ISO
ISO 100/21º



Reg. nº: 139 / Neg. nº: 35

FOTO 2

IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

84X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
Reg. nº: 158/Neg. nº10-1

Reactivo: NEGRO SOUDAN.

La preparación solo tien
un poco de color azul,
menos intenso que en la
LEVANTE-20. Puede decirs
que el contenido graso
es MEDIO



FOTO 3

CORTE
ESTRATIGRAFICO

40X. Luz
reflejada.

Pel. KONICA
SR-G100
Reg. nº: 1.
Neg. nº:31



FOTO 4

IDENTIFICACION DE
AGLUTINANTES

90X. Luz reflejada.

Pel. KONICA SR-G100
Reg. nº: 158/Neg. nº9A

Reactivo: NEGRO SOUDAN

La tonalidad azul de la
preparación es muy fuer-
te con intensidad regu-
lar indicativo de conte-
nido graso MUY ALTO.
También el tejido ha to-
mado una coloración muy



LEVANTE-90

LEVANTE-16

FOTO 1

200X

Luz transmitida.

Pel.ILFORD PANF

ISO 50/18° PANF

Reg. n°: 140

Neg. n°: 29



Arriba: FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE URDIMBRE: Aspecto longitudinal

Abajo: FIBRAS DE LINO DE LOS HILOS DE TRAMA: Aspecto longitudinal.

(Es válido para ambas, lo dicho acerca de la tela M2-ALKIL)

FOTO 2

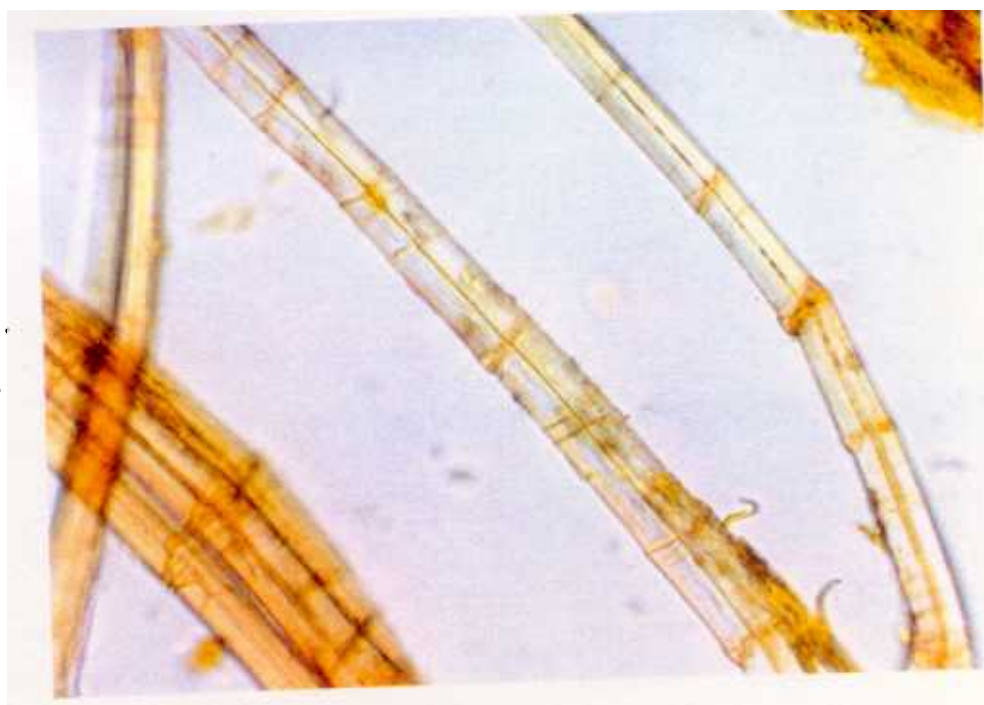
400X

Luz transmitida.

Película:

KONICA SR-G 100

ISO 100/21°





T O M O I I I

C A P I T U L O I V

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA CONSERVACION DE TEXTILES EN RELACION CON LA MATERIA PICTORICA QUE SUSTENTAN

C A P I T U L O I V

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA CONSERVACION DE TEXTILES EN RELACION CON LA MATERIA PICTORICA QUE SUSTENTAN

4.- BREVES NOTAS SOBRE LA CONSERVACION DE TEXTILES

Las propiedades y comportamiento de los textiles no se corresponden totalmente con las de las telas que reciben una pintura para formar el cuadro ya que la tela, una vez preparada con las capas de imprimación para ser soporte de una pintura, se comporta, en muchos casos, de forma diferente a lo que cabría esperar considerándola estrictamente como material textil.

La trayectoria que sigue un tejido destinado a ser soporte de pintura abarca estadios distintos comenzando por su proceso de fabricación, continuando con la aplicación de las capas de imprimación seguido de un período más o menos largo de almacenaje en ambientes variados hasta que pasa a formar parte de un cuadro sustentando las capas de otros materiales que el artista deposita sobre ella al componer su obra.

Como culminación del proceso creador, el cuadro da comienzo a un nuevo período de almacenaje que puede transcurrir también en lugares diferentes de los iniciales en el proceso indicado, generalmente cerrados, mejor o peor dotados de las condiciones ambientales adecuadas, que contribuyen de forma determinante a la buena o mala conservación de la obra artística.

Los factores ambientales que inciden en la conservación de los objetos artísticos — telas pintadas en este caso — son varios:

- la humedad relativa del aire
- la luz
- la temperatura
- la calidad del aire
- la infección parasitaria

Ya ha quedado expuesto en capítulos anteriores cuál es la repercusión que tiene la incidencia de estos factores en la estructura interna de los tejidos de lo cual se derivan una serie de precauciones que es preciso observar para que la degradación correspondiente a la acción inevitable de los mismos, se vea mitigada y, en la medida de lo posible, contrarrestada para que el tejido no quede afectado negativamente por ellos; no hay que olvidar que los tejidos son un material extremadamente delicado.

Por otra parte los daños que sufre un tejido-soporte-de pintura, repercutirán inevitablemente de forma negativa sobre la materia pictórica que sustentan. Así pues, es conveniente someter a las telas pintadas — pedir que se haga sobre telas preparadas para pintar, hoy por hoy, es una utopía — a una serie de controles para poder actuar poniendo en marcha los elementos correctores oportunos tanto para intervenir sobre alteraciones concretas como para prevenir una posible degradación.

Es fundamental ejercer un control de las condiciones am-

bientales en las que se depositan las telas preparadas para pintar o bien con las capas de color ya depositadas sobre ellas pues es evidente que las situaciones ambientales nocivas son la puerta abierta para la aparición de alteraciones de diversa índole.

Francesco PERTEGATO indica como más recomendable, que el ambiente en el que se conservan los textiles tengan unos valores comprendidos entre:

- T: 10-20°C (teniendo en cuenta que el grado de oxidación a 20°C es casi el doble que a 10°C).
- HR: 45-55% (próximos al 65% se desarrollan hongos y mohos).

El ICOM de Suiza, en una publicación de 1.988 preconiza como ambiente idóneo para la conservación correcta de textiles:

- T: 17-21°C.
- HR: 50-60%

Hay que controlar la aparición de manchas, la posible presencia de hongos, mohos e insectos y las deformaciones de tipo mecánico que puedan producirse como consecuencia de una fijación deficiente al bastidor. Cualquiera de estos agentes pueden producir alteraciones que acarrearán una rápida degradación del tejido con consecuencias muy negativas para la pintura que sustentan.

La línea de actuación comprende tres apartados diferentes:

1. Medidas de control de índole preventiva tendentes a evitar la aparición de cualquier tipo de degradación.

2. Intervención para tratar las alteraciones sufridas por el tejido.

3. Repercusión en el tejido de los procesos de restauración realizados sobre las pinturas que soportan.

Indudablemente, es mucho más interesante la primera pues es evidente que cuanto menos se manipule una obra de arte, más posibilidades tiene de permanecer en óptimo estado de conservación. Pero, como no siempre se produce esa situación, es muy frecuente enfrentarse ante el punto 2 cuando los daños revisten una extensión más o menos avanzada y han afectado a la obra con más o menos profundidad; no es extraño encontrar situaciones irreversibles ante las que nada pueden las más modernas y avanzadas técnicas de restauración.

Respecto al punto 1 ya se ha dicho anteriormente la importancia que tiene el establecimiento de medidas o sistemas de control ambiental para conseguir que las variaciones de temperatura y humedad relativa sean lo menos acusadas posible. En cuanto a los demás factores ambientales, cabe hacer algunas indicaciones específicas derivadas de la naturaleza de cada uno de ellos.

La influencia del factor luz influye en la conservación de tejidos en distinto grado de intensidad según sea la naturaleza del mismo, pues lo mismo podemos encontrarnos ante la iluminación natural procedente del sol que ante cualquier sistema de iluminación artificial, caso muy frecuente en el almacenamiento de cuadros en los museos.

Previamente a emitir un diagnóstico sobre la calidad de la

iluminación que se da en un ambiente, hay que conocer la intensidad lumínica para que no rebase los 150 LUX, índice máximo que las telas pueden admitir, aunque para exposiciones temporales suelen tolerarse los 300 LUX como máximo, siempre que la exposición dure no más de uno o dos meses.

La luz diurna conviene que sea filtrada para evitar la radiación UV. Respecto a la iluminación artificial, se recomienda que las fluorescentes tengan filtrado el mismo tipo de radiación, mientras que se admiten las lámparas por incandescencia si bien habría que considerar el factor calor que aquí pudiera crear algún problema.

Se hacen, por tanto, necesarias, las oportunas mediciones de la intensidad lumínica, operación que se lleva a efecto con el luxómetro. La unidad de medida es el LUX o iluminación de 1 lumen (el "LUMEN" es el flujo luminoso equivalente al emitido en un ángulo sólido de un estereorradián procedente de un foco puntual cuya intensidad es de una candela). En el luxómetro, la intensidad es medida por una fotocélula normalmente de selenio enlazada eléctricamente a un medidor; el monitor de los UV mide, por el contrario, la proporción de radiación UV en la luz o

microwat de radiación UV / lumen de luz visible

W / L.

Toda fuente luminosa que emita más de 75 W/L. necesita ser provista de un filtro anti-UV. Según G. THOMSON, la cantidad de rayos UV más frecuente en las condiciones usuales de iluminación es la siguiente:

cielo sereno	1.600	W/L.
cielo nublado	800	"
luz directa del sol	400	"
lámparas fluorescentes	40-250	"
Philips-37	40	"
lámpara normal de tungsteno	60-80	"
lámpara radio-tungsteno a través del cristal	+ de 30	"

Considerando que son las radiaciones UV las que manifiestan los efectos más peligrosos — casi podríamos decir que son mortíferos — sobre la conservación de textiles, son las que marcan la pauta a seguir al establecer los sistemas de protección.

El procedimiento usual consiste en hacer pasar la luz a través de un filtro antes de incidir sobre el tejido. El filtro está constituido por una materia transparente a la luz visible pero opaco para la radiación UV.

Los filtros pueden adoptar tres formas diferentes:

- a) Láminas de material acrílico de espesor suficiente como para sustituir al cristal, transparentes u opacas.
- b) Láminas delgadas, generalmente de acetato, que se superponen sobre el cristal por adhesión.
- c) Barnices filtrantes.

Como alternativa pueden emplearse hojas de material plástico que contengan absorbentes de UV colocados entre dos hojas de cristal con lo cual se favorece la limpieza de éstos. Además, la ausen-

cia de contacto del filtro con el aire aumenta su duración. No obstante, el poder filtrante disminuye con el tiempo siendo necesaria su sustitución periódica.

Independientemente de la colocación de materiales filtrantes en las fuentes de luz, es conveniente observar algunas normas de seguridad que protegen a los textiles de la incidencia de la luz, su mayor agente degradante:

- no exponer nunca los textiles al sol (también es perjudicial para la pintura que pudieran sustentar).
- en el caso de almacenaje de telas sin pintura, eliminar la luz natural por medio de cualquier elemento opaco.
- dotar a las lámparas fluorescentes (tubos de neón) de filtros anti UV.
- colocar las lámparas de incandescencia a distancia conveniente para que la emisión de calor no dañe al material textil (las capas de color pueden verse afectadas produciéndose un rápido resecamiento que puede dar lugar a propiciar condiciones favorables para que se desprendan del soporte).
- para temas de iluminación de textiles en general, conviene recordar que no se deben sobrepasar los 50 LUX.
- sustituir los tejidos expuestos de modo que el tiempo de exposición no supere un trimestre al año. Esta recomendación se hace más concretamente para objetos textiles museables, como sería el caso de ropajes. Las telas de los cuadros, al estar

sobre la pared, en cierto modo ya están protegidas de la luz aunque bien podría ser tenida en cuenta pensando en las telas almacenadas, imprimadas o no, que están esperando ser compradas para pintar.

El algodón, por ejemplo, si bien es notablemente durable en estado puro, resulta fácilmente dañable cuando las impurezas se hacen presentes en la fibra pudiéndose tornar su blancura en amarillenta cuando recibe luz solar por espacios prolongados de tiempo.

Incluso es perjudicial la luminosidad procedente de los flases de las cámaras fotográficas aunque la que emite un flash electrónico es menos dañosa que la prolongada exposición a lámparas de incandescencia de potencia adecuada.

Para el caso de utilizar el flash, conviene observar, según indica F. PERTEGATO, algunas precauciones como son:

- no usar más de dos fuentes de flash a la vez.
- la energía comprendida entre las dos fuentes, no debe superar los 1.400 w/s.
- la distancia mínima entre el objeto y las fuentes debe ser superior a 3 m.
- los flases deben estar provistos de filtros que absorban la radiación UV.
- las exposiciones con flash no deben superar la frecuencia de 1 minuto.

La calidad del aire es otro de los factores que inciden en la conservación de una obra ya que frecuentemente está cargado de materias contaminantes, como es el caso del ambiente propio de las grandes ciudades industriales en las que se dan concentraciones más o menos elevadas de poluentes que fácilmente consiguen introducirse en los ambientes que circundan a las obras de arte y objetos artísticos, entre los que se encuentran obras realizadas íntegramente con material textil — caso de los ropajes — o que lo incluyan entre la diversidad de materiales que las conforman. -

Las fibras textiles celulósicas son más sensibles que las proteicas a los productos ácidos existentes en la atmósfera, aunque el lino y el algodón pueden resistir concentraciones bajas de ácidos procedentes de la atmósfera polucionada. Pero el ozono, por ejemplo, puede contribuir directamente a la oxidación y destrucción de las fibras así como a su decoloración. Para una pintura ejecutada sobre tela, el problema reviste gravedad pues la ruina del soporte privaría de base o apoyo a las capas de color con el consiguiente riesgo que ello supone para su estabilidad. -

No solamente es el ambiente polucionado del exterior el que entraña riesgos para la sana evolución de una obra. Vapores de ácidos orgánicos pueden provenir de una gran variedad de materias leñosas; las resinas también juegan un papel en su contribución a crear índices de peligrosidad en el ambiente que rodea a los materiales textiles pues con el tiempo, resinas y ácidos naturales salen al exterior y pueden manchar y atacar las fibras textiles, especialmente las celulósicas.

La mejor forma de dar solución al problema que plantea la contaminación atmosférica, es la instalación de un sistema de renovación ambiental dotado de filtros que absorban, en primer lugar, el dióxido de azufre (SO_2), el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el ozono (O_3).

Los métodos generalmente usados son a base de agua nebulizada y filtros de carbono activo. El primero de ellos obliga al aire a atravesar un estrato de agua corriente con lo cual se consigue reducir el contenido de gas contaminante a 1/10 del existente en el exterior. Los filtros de carbono activo, por el contrario, se disponen en grupos y se colocan en el interior de la corriente de aire con lo cual el gas que los atraviesa queda absorbido por ellos destruyéndose, a la vez, el ozono. Estos filtros hay que renovarlos con cierta periodicidad.

La contaminación sólida se remueve con métodos similares. Una medición de la cantidad de partículas sólidas contenidas en la atmósfera, se puede obtener con el test llamado "azul de metileno"; un sistema de remoción es considerado eficiente cuando reduce la cantidad de sólido contaminante a menos del 5% del existente en el exterior. Las técnicas relativas al caso trabajan normalmente sobre el paso forzado del aire del aparato acondicionador a través del filtro que abate las partículas sólidas. El precipitador electrostático, en cambio, produce ozono en cantidad elevada y no debe ser usado en museos.

Para el caso de que el tejido se haya visto afectado por el ataque de organismos vivos, el tratamiento de textiles indica:

- lavar el tejido por inmersión con preparados especiales (difí-

cil para una tela que recibe capas de imprimación y película de color).

- cortar el desarrollo de mohos y hongos — microorganismos — adoptando una serie de medidas entre las que se pueden destacar:

- . airear la pieza.

- . ventilarla bien aunque permanezca en un interior, favoreciendo la circulación del aire.

- . secar las humedades que tenga (se puede ayudar a este proceso con la intervención de un secador de cabello colocado a distancia conveniente, alrededor de medio metro).

- . meterlo por un período de 2/3 semanas en un contenedor hermético conteniendo cristales de paradicloro-benceno sin hacer contacto con el tejido.

- . esterizarlo con vapores de timol.

Una vez realizado el saneado, los residuos secos de los organismos infectantes pueden ser eliminados con un suave cepillado o con un aspirador de polvo.

De entre los insectos que atacan a los textiles, habría que prestar atención a los que se alimentan de almidones, colas y celulosa, materiales no textiles pero que están presentes en ellos acompañando a los materiales que pueden integrar un cuadro o bien que se hayan usado en diversos tratamientos de conservación de pintura.

Los textiles son fácilmente atacables por roedores que pueden llegar a ser dramáticos agentes de destrucción aunque su presencia, en nuestros días, tiene muy pocas garantías de prosperar dada la abundancia de medios de que se dispone para combatirlos. Como norma preceptiva, bastaría con mantener los locales cuidadosamente limpios.

Para destruir hongos y mohos son eficaces los gases tóxicos pero tienen la contrapartida de su intrínseca peligrosidad para el personal que ha de manipularlos. El óxido de acetileno es muy eficaz contra hongos, mohos, muchas bacterias e insectos. A su toxicidad elevada hay que añadir el hecho de que es explosivo por lo que habría de ser usado en cámaras herméticas especiales y para reducir su explosividad viene mezclado con dióxido de carbono en proporción

90%	.....	dióxido de carbono
10%	.....	óxido de acetileno

que es ligeramente tóxica y no explosiva. No obstante, conviene seguir la normativa legal existente acerca del uso e instalaciones para este tipo de productos.

Las fuerzas o tensiones mecánicas excesivas conducen frecuentemente a la pérdida de la integridad de los tejidos al provocar debilitamientos y roturas en fibras y estructuras textiles, lo cual modifica el equilibrio natural en la distribución de las propias tensiones que puede ocasionar, en breve tiempo, una extensión o multiplicación del daño. De aquí se deriva la importancia que tiene un hecho aparentemente muy simple pero cuya ejecución descuidada

produce, con el transcurso del tiempo, cambios irreversibles en la estructura textil así como en la diferente respuesta de la estabilidad de las fibras ante la exposición a los agentes degradantes: es el caso del clavado de una tela al bastidor que, cuando no se ha realizado correctamente, el tiempo se encarga de revelar los deterioros producidos en el entramado que, por una parte, pueden alterar la estética superficial de las capas pictóricas y por otra, crean en el tejido áreas de diferente resistencia a la acción de los agentes degradantes del exterior. Con esta operación la tela se ve sometida a fuerzas mecánicas con el fin de extenderla y conseguir una superficie tensa que ofrezca base resistente a las posteriores capas de imprimación y color, pero la consecuencia inmediata es la modificación de su capacidad de reacción.

Con el envejecimiento natural, los tejidos van perdiendo resistencia al roce, a la rotura y a los impactos debido a que sus "amortiguadores" han ido perdiendo la primitiva elasticidad. Esta es producida por el retorcimiento o "twist" que transforma el entrecruzado de fibras endurecidas en un espiral elástico y helicoidal que facilita el que las fibras se muevan entre sí con soltura aumentando la elasticidad de un tejido pues todo el conjunto queda relacionado en todas sus partes. Al recibir una fibra un impacto, se transmite a todas las demás fibras. Aquí hay que considerar ahora ciertas características de las fibras tales como su longitud, la densidad y tipo de inter-retorcidos que determinarán el número de entrelazamientos. Las fibras rotas, cortas o de entrelazados abierto, no pueden transmitir impactos y producen tejidos débiles.

También los cambios estructurales dentro del tejido influyen en su resistencia a las tensiones y en su flexibilidad. Por otra parte la rotura de las fibras también puede ser debida a cambios químicos producidos en el interior de la fibra por la rotura de las cadenas de polímeros que la componen: calor, luz, impactos físicos, oxígeno y polución pueden ser los agentes causantes de estos cambios.

El envejecimiento natural unido a otras varias agresiones mecánicas que pueda recibir un tejido, lo colocan en la mejor-disposición para hacer de él un material carente de resistencia para garantizar la sustentación de las capas de color.

Otro hecho que actúa sobre las propiedades mecánicas de los tejidos es la operación de pulido que suele formar parte del proceso de la imprimación consistente en someter a la tela que ha recibido la capa de imprimación a un leve lijado para eliminar nudos excesivamente prominentes; en el caso de los reentelados se realiza sobre la tela nueva para menguar un tanto esa capacidad de reacción como si se tratara de una tela normal con el fin de que pueda acomodarse un poco a las mermadas facultades de la tela original.

El encolado que se da a la tela previamente a ser imprimada, ejerce una influencia decisiva sobre la vida del tejido. Esto lo comprendieron muy bien los antiguos pues dieron gran importancia a este tratamiento previo para la buena conservación de un cuadro ya que la cola (curtida con alumbre o formalina) aumenta el poder adherente de la preparación y, por otra parte, cumple una función de retardamiento de la oxidación natural del tejido.

Estas son operaciones habituales en el tratamiento de materiales textiles utilizados en la pintura de cuadros y en su restauración que el conservador-restaurador conoce y tiene presente al elaborar su plan de actuación.

Al afrontar el tratamiento de una pintura sobre tela, el proceso normal implica un estudio previo de todos los materiales que conforman el cuadro para llegar a adquirir un conocimiento lo más completo posible de sus características y condiciones de conservación que sentarán las bases de la actuación futura.

Para el conocimiento del material textil de una pintura sobre tela que forma parte del cuadro — tela original — habría que aplicar las técnicas de identificación que se han venido exponiendo a lo largo de este estudio. La identificación de la fibra es el primer paso a cumplimentar pues ello ayudará a comprender las implicaciones que ha tenido su comportamiento a lo largo del tiempo dentro del conjunto del que forma parte. Sin embargo, es más fácil centrar el estudio sobre la tela que se vaya a usar en el reentelado — en los casos en que fuese necesario hacerlo — porque el mercado las ofrece en grandes cantidades, en superficies amplias, en crudo o sin aditivos, tal como salen de la fábrica textil, ya que la primera dificultad con que se topa el conservador-restaurador ante una tela original de antigüedad diversa, es la escasa cantidad de la misma disponible para realizar sobre ella una investigación completa. Aún así, se pueden cumplimentar una serie de operaciones investigativas para proceder a la identificación del tejido original como son:

1. Naturaleza de las fibras de urdimbre y trama.
2. Densidad del tejido: número de hilos y pasadas/cm.
3. Tipo de ligamento: tafetán, sarga, raso, etc.
4. Sentido de torsión de los hilos: S o Z.
5. Presencia de orillos en la tela: ayudará a determinar los sentidos de urdimbre y trama.
6. Presencia de costuras en la tela.
7. Daños que afectan al tejido: de tipo mecánico, químico, biológico u otros.

La fibra de lino de los cuadros de cierta antigüedad puede aparecer con aspecto de fibras muy cortas debido a que se han cortado o roto por causas variadas. La causa primitiva de esta degradación hay que buscarla en la menor flexibilidad de la fibra de lino respecto a la del algodón, por ejemplo, lo que motiva que su rotura se produzca con más facilidad.



Fig. 105 Aspecto que tomaría una fibra de lino cuando se rompe

Otra dificultad que encuentra en su estudio el investigador es que las fibras, con frecuencia, aparecen cargadas de impurezas y suciedad que dificultan su observación al microscopio. Estos elementos extraños suelen tener como origen la suciedad acumulada por el tejido en el transcurso del tiempo u otro tipo de materias provenientes de reentelados anteriores, entre otras razones (ver 3.4.2.), o de adiciones de sustancias diversas aplicadas o deposi-

tadas en tejido con fines, a veces, desconocidos. Con el fin de liberar a la fibra de estas adiciones desfavorables, se puede hervir con lo cual se consiguen dos objetivos:

- eliminar las impurezas y suciedad.
- hinchamiento de hilos y fibras que favorece la separación de las fibrillas para su mejor observación.

Después se procede a la separación de las fibras que forman el hilo colocándolas en el portaobjetos para depositar el reactivo que facilitará su identificación al microscopio con luz transmitida, tal como se expuso en el cap. III.

La causa de que los tejidos de fibras naturales sean especialmente susceptibles ante la suciedad, se debe a que ésta se aloja en los numerosos intersticios de los hilos y la adherencia viene motivada por la película de grasa que generalmente los recubre. Pero la cantidad de suciedad que se ve retenida por una fibra no es igual para todos los tejidos porque es algo que depende de las propiedades físicas de las fibras que lo componen tales como el diámetro, la presencia de escamas, estrías y muescas.

Los perjuicios que la suciedad acarrea al tejido son variados pues aquélla se constituye en la vía de penetración del ataque de insectos y microorganismos, de lo cual se deduce claramente que la limpieza constituye una de las primeras e importantes medidas preventivas a adoptar de cara a la conservación de los materiales textiles.

Su limpieza puede ser muy sencilla pues a veces basta con un cepillado suave para desalojar partículas sueltas de suciedad y posibles huevos de polilla (que ataca más a las fibras de lana). En el caso de tejidos especialmente frágiles, esta operación se hace con un aspirador a través de una red en contacto con el tejido o un filtro de muselina en la boca del aspirador; en ambos casos se trata de no tocar la tela especialmente fina o sensible por un proceso degradativo.

Hay un aspecto importante a tener en cuenta respecto a la conservación de los materiales textiles y es la relación que puede darse entre éstos y los procesos de conservación y/o restauración aplicados a las pinturas que sustentan. Cuando surge la necesidad de realizar un tratamiento a una pintura sobre tela, es más frecuente atender a la importancia de la pintura quedando los demás componentes del cuadro relegados a lugar secundario. No quiere esto decir que se menoscabe su importancia puesto que el cuadro tiene una unidad indivisible en la que todas sus partes constituyentes juegan su papel y cumplen una función encadenándose unas y otras de tal forma que ninguna de ellas tiene razón de ser por separado.

Sin embargo es obvio que, de las tres partes que conforman un cuadro — soporte-imprimación-color — es a la película pictórica a quien corresponde el protagonismo y, como consecuencia lógica, la que históricamente ha recibido la atención más pormenorizada de estudiosos e investigadores pues es ella la que refleja el sentimiento o la concepción estética del artista creador.

Como ya se vió en los puntos dedicados al siglo XIX (cap. III),

este interés por la película pictórica prima sobre cualquier otra alusión a los otros componentes que subyacen en el cuadro, de lo que se infiere la escasa atención que históricamente se les ha prestado. En dicho capítulo se hace evidente la diferencia existente en la información emitida en épocas pasadas sobre los distintos componentes de las obras pictóricas de ese período, con la que se produce actualmente, diferencia que también se refleja en el grado de profundización dedicado a la investigación de unos y otros elementos.

Hay que adentrarse mucho en el siglo XX para comprobar cómo, poco a poco, la metodología del trabajo investigador también se ha ido aplicando no solo hacia el conocimiento de la naturaleza de los materiales que constituyen imprimaciones y telas, sino a resolver problemas relacionados con la interacción que se produce entre todos los materiales integrantes del cuadro pues es evidente que su unión se ve reflejada en una serie de fenómenos encuadrados en la problemática de su conservación.

Ello hace que el conservador-restaurador actual medite mucho los tratamientos a aplicar al encontrarse en la situación de considerar la repercusión que cada uno de los productos a emplear pueda tener sobre todo el conjunto de la obra, aunque vayan destinados primordialmente a alguno de sus componentes de forma más definida y específica.

Muchas veces, la intervención sobre un cuadro viene motivada por daños existentes en la tela del soporte mientras que las capas de imprimación y color puedan conservarse en buenas condiciones.

Otras veces, en la mayoría de los casos, suelen ser los tres estratos los afectados por daños de diversa naturaleza.

No hay que olvidar que un proceso completo de conservación sobre una pintura realizada sobre tela, de hecho implica una serie de operaciones:

- reentelado y consolidación de todos los estratos
- limpieza de la película de color
- una protección final

(Entendiendo que la reintegración repercute menos en la tela).

Todas ellas de por sí constituyen una especie de "agresión", si bien tratada de tal forma que el resultado final constituye una aportación positiva para la obra.

Se están realizando estudios sobre la repercusión que tienen para el tejido algunos tratamientos de restauración o, sencillamente, intentos de caracterizar correctamente tejidos destinados a servir como material de refuerzo para cuadros. Se podría citar como ejemplo, las investigaciones de E. TASSINARI realizadas sobre telas para reentelar y las de A. BERGER y Harold J. ZELINGER acerca de la influencia o efectos que tienen materiales poliméricos consolidantes sobre materiales fibrosos entre los que se incluyen los textiles. Por ejemplo, el riesgo de daño que puede derivarse de algunos adhesivos a base de emulsiones de acetato de polivinilo (no soluciones de acetato de polivinilo) ya que la degradación de cloruro de polivinilo (PVC) se ve acompañada del desarrollo de ácido clorhídrico y se cataliza por medio del calor y de la luz.

4.1. PRODUCTOS ADHESIVOS Y CONSOLIDANTES: CONCEPTOS GENERALES

En el tratamiento de la pintura sobre tela (y de obras de arte en general) juegan un papel muy importante las sustancias adhesivas y consolidantes destinadas a reforzar o recuperar la cohesión perdida o desvirtuada de los materiales originales a causa de la acción de agentes de degradación de índole variada. Ambos tipos de productos forman parte de las sustancias llamadas polímeros.

Aunque ya se trató sucintamente del concepto "polímero" (ver punto 1.1.3. "Fibras textiles en general") para explicar la formación de las cadenas y su influencia en las características de las fibras textiles, conviene volver un poco sobre el mismo tema para adentrarnos en el campo de los adhesivos y consolidantes.

Como ya quedó indicado, los polímeros son sustancias macromoleculares, es decir, de moléculas grandes, gruesas, con un número de átomos del centenar, del millar y hasta de millones; estas moléculas están constituidas por unidades estructurales básicas que se repiten a sí mismas o ligándose a otras similares o levemente modificadas, llegan a construir la estructura polimérica.

En la naturaleza existen macromoléculas y polímeros, empezando por las gomas naturales; todos los derivados celulósicos, amidas, dextrinas; goma arábiga, tragacanto que son de naturaleza terpénica; todo el campo de las fibras naturales, fibras

celulósicas tipo algodón, yute, lino o fibras animales a base de proteína como la lana y la seda. Todos ellos son polímeros naturales.

La unidad básica que se repite forma cadenas más o menos largas; este nuevo conjunto tiene características distintas de las que tenía cada unidad-base que, en la nueva formación, ocultan las suyas propias: es la estructura lineal o cadena. De esta línea sale una familia de polímeros llamados LINEALES o TERMOPLASTICOS con ciertas características y propiedades.

Si la unidad básica (o monómero) en lugar de tener un único punto de unión tiene más de uno, existe la posibilidad de intervenir en construcciones transversales entre cadena y cadena, es decir, cabe la posibilidad de formar una retícula. Es decir, que primero se forma una línea o cadena, luego una estructura bidimensional y finalmente, una estructura tridimensional o retícula. En este caso se tiene un material completamente diferente del precedente lineal o termoplástico.

Por lo que respecta a la naturaleza química de los polímeros hay una gran variedad de posibilidades. En primer lugar podemos encontrarnos ante polímeros constituídos de unidades estructurales todas iguales, todas con una cierta dimensión y una cierta composición, o bien puede haber unidades estructurales de más especies químicas en cuyo caso estaremos ante el copolímero hecho por dos, tres, cuatro o cinco polímeros a partir de donde ya se denomina genéricamente POLIMEROS sin más. En cualquier caso, los elementos básicos estructurales constituti-

vos, si no son todos iguales pueden estar alternados de forma ordenada o de forma casual en infinidad de variaciones con diferentes resultados para las características de cada una, lo que da una enorme serie de productos todos distintos: polietileno, polipropileno, polímeros vinílicos, polímeros acrílicos, etc. Es decir, que estamos frente a un producto (no 10 productos) con una numerosa serie de familias de productos en que cada una comprende una multiplicidad de miembros y cada componente aporta prestaciones fuertemente diferenciadas.

Una de las características que destaca como fundamental en los polímeros es su **elevada cohesión interna** unido a una gran resistencia mecánica parangonable a la de los mejores materiales, elevada viscosidad, orientabilidad del tejido molecular, posibilidad de cristalización, posibilidad de formar filamentos o fibras, de sufrir deformaciones mecánicas sin llegar a la rotura, es decir que poseen elasticidad; tienen características ópticas, térmicas peculiares. El conjunto de todas ellas hacen de los polímeros unas sustancias muy variadas aptas para ser empleadas en usos muy variados.

Como es obvio, se pueden hacer muchas clasificaciones de los polímeros pero desde el punto de vista de este estudio interesa ésta en primer lugar:

- Adhesivos
- Consolidantes

4.1.1. Adhesivos

Son sustancias capaces de realizar la ADHESION, entendiendo como tal al conjunto de fuerzas que pueden ejercitarse entre dos superficies cuando están en contacto recíproco. No todos los materiales tienen esas fuerzas en la misma medida ni en el mismo tiempo, como indican M. MATTEINI y A. MOLES en "La química nel restauro".

El fenómeno de la adhesión no se realiza siempre de igual forma pues se puede producir a través de diferentes vías:

- mecánica debida únicamente a un anclaje mecánico por penetración, que no tiene mucho valor ya que, al ser las superficies de los sólidos irregulares e indeformables, la zona de contacto resulta mínima respecto a la superficie total. Sin embargo este tipo de adhesión juega un papel indirecto pero determinante en la adhesión química.
- magnética, electrostática, debida a fuerzas de atracción magnéticas o eléctricas que se instauran cuando las superficies de los cuerpos en contacto son la sede de campos magnéticos o eléctricos de polaridad opuesta y es fácilmente reversible.
- química realizada por medio de sustancias intermediarias (los adhesivos) que bajo el aspecto de film o película son capaces de crear fuerzas de atracción entre las dos superficies en contacto estableciendo entre ellas un conjunto. Es la adhesión por antonomasia en la que también se da una fuerte contribución del tipo mecánico que se explica por medio de los ancla-

jes entre el adhesivo ya sólido y la aspereza de la superficie de contacto.

En las operaciones de conservación y restauración de Bienes Culturales se usan muchas sustancias adhesivas dándose sobre todo el tipo de adhesión química.

En el proceso de adhesión hay que conseguir que el adhesivo se distribuya uniformemente por las dos superficies a unir lo que exige un cierto grado de fluidez en la aplicación y un posterior endurecimiento para asegurarla definitivamente. Además, los adhesivos necesitan un vehículo para hacerse líquidos y así poder ocupar las superficies a unir. Como medios que realizan esta función hay:

a) Disolventes orgánicos donde la adhesión se debe a la evaporización del disolvente en solución o en emulsión: adhesivos en solución o emulsión. El disolvente se evapora y se forma un film al reagruparse las moléculas solidificándose el conjunto. El film es muy adherente y se compenetra con las microrrugosidades y microasperezas de la superficie. Son de fácil aplicación porque son líquidos de viscosidad fácilmente regulable; tienen fácil reversibilidad porque los mismos disolventes que han favorecido la aplicación permiten la remoción. Tienen un inconveniente: el bajo contenido de sustancia activa ya que son soluciones al 15, 30, 35 como mucho, es decir, sobre 100 gramos de producto sólo el 20-30% es sustancia activa mientras que el otro 80-70% lo expelle con los correspondientes problemas de

toxicidad lo que obliga a guardar ciertas precauciones para no inhalarlos en exceso pues no suelen ser agradables de respirar y también pueden ser inflamables.

Este tipo de adhesivo quizá es el más usado en restauración por su frecuente aplicación en este campo. Se le exige reversibilidad o el ser capaz de removerse bajo la aplicación del disolvente oportuno; algunos necesitan la ayuda de la aplicación de temperatura por no ser fácilmente solubles en frío para favorecer su fluidez. En este grupo entran las colas animales y algunas vegetales (pastas de almidón) tan usadas en restauración.

b) En dispersión, entendiéndose por tal la mezcla de partículas sólidas o líquidas o, de todos modos, discontinuas, en una fase continua encontrando que hay partículas pequeñísimas esféricas del orden de décimas de micrón y a veces más finas; las dimensiones de las partículas son un factor determinante en cuanto a la mayor o menor penetración.

Aunque se dan las dos ventajas (ausencia de disolventes orgánicos y la presencia de una fase continua como el agua, mucho más benévola), también tienen algún inconveniente ligado a la resistencia en el tiempo un poco limitada ya que una suspensión necesita añadir un suspendente, un tensioactivo que quede en el film del adhesivo aplicado y que puede ser elemento de ataque por parte de microorganismos, de hongos o de degradación ambiental de varios tipos. La

ventaja principal es que las dispersiones tienen contenido de sustancia activa apreciablemente más elevado, casi el doble que en el caso de los productos con disolventes.

Junto al acetato de vinilo, el más antiguo en su uso es el alcohol polivinílico, derivado del acetato por hidrólisis y que, según el tamaño de las moléculas asegure una viscosidad más o menos elevada y que la hidrólisis sea más o menos acusada, llevan la contraseña de dos números tipo 4/98 en donde uno da el tamaño molecular y el otro la viscosidad en ciertas condiciones de dilución.

c) Por fusión al calor y posterior resolidificación: adhesivos termofusibles. Esto se da en algunos polímeros termoplásticos merced a su capacidad de pasar del estado sólido o fluido por la acción de bajas temperaturas distribuyéndose así uniformemente sobre las dos superficies haciéndolas juntarse; ejerciendo una cierta presión durante el enfriamiento, el adhesivo cumple su función readquiriendo su estado sólido anterior.

También este tipo de adhesivos son muy usados en restauración sobre todo en procesos de reentelado. Unicamente hay que exigir que la temperatura que fluidifica al adhesivo no sea alta (50-70°C máximo) para no crear riesgos hacia la obra sobre la que se aplica.

d) Por procesos químicos: adhesivos de dos componentes necesarios para que se realice la polimerización, reacción producida "in situ" en el momento de usar con la adición de

un catalizador. La reacción química conduce a la formación de una resina principalmente por reticulación pudiéndose conseguir conjuntos muy estables. El proceso se realiza a temperatura ambiente aunque en algunos casos se puede acelerar aumentando la temperatura.

El conjunto resultante no suele ser fácilmente reversible por lo que parece obvio que su empleo en restauración sería para aquellos casos en los que no fuese imprescindible la reversibilidad. Además, sobre el objeto se producen reacciones exotérmicas — aspecto a tener presente — que pueden ser nocivas para algún tipo de soporte.

Aún hay otro tipo de adhesivos que realizan la función al contacto bajo presión: son los adhesivos de contacto, formulaciones capaz de adherirse a las superficies únicamente por compresión para lo cual es necesario que el material no adquiera un verdadero estado sólido sino que permanezca con un cierto grado de viscosidad y elasticidad a fin de conseguirse la unión solo en el momento de la compresión. Estos productos en su formulación contienen elementos adhesivos y elastómeros con una elasticidad como la del caucho y son solo ligeramente deformables: esta deformabilidad hace que por compresión aumente la superficie de contacto entre el formulado y las partes a unir para conseguir una unión lo suficientemente estable. Se trata de uniones fácilmente reversibles.

Para que los adhesivos sean considerados aptos para los fines a que se les destina, han de reunir una serie de propieda-

des como son:

- **viscosidad** para ser capaces de revestir uniformemente las irregularidades de las superficies a unir. En adhesivos aplicados por medio de disolvente está estrechamente ligada a la concentración; por otra parte, también va unida al tipo de porosidad de las superficies a unir ya que si éstas son muy porosas, el adhesivo se vería absorbido impidiendo la formación del film de unión.
- **propiedades tensoactivas** para ser capaz de bañar completamente las superficies de aplicación.
- **un tiempo de contacto** necesario para pasar del estado fluído al condensado o sólido y realizar la unión. En el caso de adhesivos con disolvente el tiempo depende de la velocidad de evaporación de aquél y en el caso de materiales porosos, de la absorción que realicen. Para adhesivos de dos componentes el tiempo de contacto es el que corresponde al empleado en la reacción que, a su vez, está condicionado por la temperatura, cantidad y tipo de catalizador. En el caso de los adhesivos termofusibles el contacto depende directamente del tiempo de enfriamiento y en el de los adhesivos viscoelásticos por contacto, la acción de pegado es inmediata.
- **conservación** o buena respuesta de la formulación ante un período más o menos prolongado de espera en su aplicación que pueda hacerle perder capacidad adherente. Los diferentes mecanismos de adhesión requieren diferentes tipos de

envases, formulacioness, períodos de validez, etc., siempre indicados por el fabricante, que conviene respetar.

Hasta aquí, las que se podrían denominar propiedades "pre-aplicación". Una vez realizada la adhesión, al conjunto también se le exige el cumplimiento de ciertas cualidades para que pueda ser considerado como válidos para este fin:

1. Fuerza adhesiva del conjunto o fuerza con la que se mantiene la unidad de las dos superficies. Este factor depende principalmente del tipo de adhesivo pero hay que considerar que la fuerza requerida al conjunto en cada caso concreto, depende de la relación entre la superficie de unión y la masa de las dos partes que el adhesivo une.

En el caso de su aplicación en los sentados de color debe cuidarse de que quede bien introducido bajo la película pictórica a unir, pero si el adhesivo resulta demasiado fuerte, podría crear tensiones que se manifestarían en el momento de producirse levantamientos del color en la periferia de la unión anteriormente cerrada. Por lo tanto, hay que elegir el adhesivo adecuado a las características del material a tratar.

2. Elasticidad y flexibilidad. La estructura laminar elástica de ciertas superficies a unir debe ser preservada durante y después del proceso de adhesión lo que se favorecerá si el adhesivo posee elasticidad y flexibilidad tales que no modifiquen sensiblemente las propias del material a unir ya

que restaurar significa RECUPERAR NO SOLO EL ASPECTO REPRESENTATIVO Y FIGURATIVO SINO TAMBIEN LA MATERIA CON SUS PROPIEDADES INTRINSECAS.

3. Espesor del conjunto. Para cada tipo de adhesivo siempre es conveniente conseguir un conjunto de espesor delgado ya que, frente a uno espeso, tiene una serie de ventajas: menor posibilidad de corrimiento, mayor resistencia a deformaciones ante requerimientos exteriores y menor sensibilidad a las variaciones dimensionales provocadas por cambios ambientales.

La cantidad de adhesivo aplicada, siendo la mínima necesaria, ha de cubrir las irregularidades superficiales contando, además la posible dispersión por absorción a causa de la porosidad y las contracciones de volumen debidas al enfriamiento o a la evaporación del disolvente.

4. Reversibilidad, condición que se requiere muchas veces en la aplicación a restauración para poder eliminar el adhesivo pasado un cierto período largo de tiempo. Puede conseguirse con calor, con disolventes o vapores hasta, con prudencia, conseguir separar las dos partes.

Después de haber expuesto cuestiones generales acerca de los adhesivos, he aquí una clasificación interesante desde el punto de vista de la conservación de Bienes Culturales basada en su origen y naturaleza química:

- Adhesivos de origen animal: PROTEICOS -
(Se aplican en dispersión acuosa)
 - colas animales....
 - de pescado
 - de pieles (conejo)
 - de huesos, cartílagos (de mamíferos superiores)
 - gelatina
 - a base de caseína
 - caseinato de calcio
 - caseinato de amonio
 - cola de albúmina (de sangre)

- Adhesivos de síntesis y adhesivos-----
naturales elaborados
 - polisacáridos (fluidos por agua)
 - cola de harina
 - pasta de almidón
 - colas de dextrina, gomas vegetales
 - polímeros de síntesis
 - VINILICOS Y ACRILICOS (los más usados en el campo de la conservación/restauración)
 - Epoxidicos. Siliconas. Poliésteres. Celulósicos.

- Adhesivos a base de cera

- Adhesivos de naturaleza mineral

Reviste particular interés el uso de adhesivos de síntesis como alternativa al uso de los tradicionales a base de cola, harina o cera-resina en el reentelado de pinturas. A tal fin la propuesta va por las composiciones termofusibles aplicados mediante mesa caliente con vacío, bien sea en forma de solución con brocha por ambas superficies, dejando secar y luego fundir por calor (con temperaturas del 60-70°C) o bien sea en forma lamainar como un film delgado de décimas de micrón o menos interpuesto entre las dos superficies a adherir con aplicación de calor para fundir el film adhesivo: BEVA, CRYLAT, PRIMAL, etc.

Todos estos productos responden a las características exigidas que se vienen mencionando. Unicamente queda pendiente la incógnita de su comportamiento en el tiempo; los test de envejecimiento artificial solamente ofrecen indicacioness meramente orientativas y como tal hay que tomarlas sin darles un carácter definitivo ni determinante que hoy por- hoy no tienen.

4.1.2. Consolidantes

Siguiendo a M. MATTEINI y A. MOLES en la obra citada anteriormente, consolidar significa conferir energía estructural no solamente entre dos fragmentos sino en el interior del mismo fragmento. En sentido estricto, los consolidantes son sustancias aptas para restablecer, generalmente por impregnación, un

grado suficiente de cohesión en los materiales que, a causa de la degradación, han ido perdiendo progresivamente la condición de agregación que les caracterizaba originalmente.

Los mismos problemas planteados con el uso de los adhesivos aquí adquieren mayor envergadura. Se podría decir que un consolidante es "un adhesivo de tres dimensiones" tal como lo define V. MASSA en "Considerazioni sui polimeri nel restauro", ya que actúa por impregnación de la totalidad del objeto a consolidar, siendo necesario que reúna ciertas características o propiedades que lo adecúen a tal fin, como se verá más adelante. En general, se trata de impregnar la porosidad de una estructura cuyo estado, por causas degradantes, se ha tornado anómala estando necesitada de un tratamiento que sea capaz de rehacer la cohesión perdida en cuyo caso se ve afectado el interior del material en su totalidad; de ahí el apelativo de "tridimensional".

Los materiales pictóricos no tienen estructura homogénea al estar compuestos por mezclas artificiales como, por ejemplo, las preparaciones integradas por materiales de carga, aglutinantes y dispersante. La heterogeneidad puede ser también cualidad intrínseca de un material, como la madera, que se compone de fibras diferentes entre ellas; el mortero del intonaco en una pintura mural es heterogénea por la mezcla de cal y arena, materiales de porosidad diferente.

Sin embargo, la condición común a todos la constituye un conjunto de fuerzas diferentes en cada contexto, que unen

firmente entre ellas los microelementos constitutivos de un material asegurando la funcionalidad en un determinado contexto. Esas fuerzas pueden debilitarse en un momento determinando la formación gradual de fracturas de entidad variable haciendo necesaria la aplicación de un proceso de recuperación de la cohesión.

La elección del consolidante apto para rehacer la cohesión ha de hacerse teniendo en cuenta las propiedades que el material poseía inicialmente sin olvidar que hay materiales duros, pastosos, mórbidos, elásticos, etc., lo que significa que la gama de los valores de cohesión es amplia y que puede desaparecer por diferentes motivos: por deformaciones mecánicas como resultado de variaciones higrométricas y por fenómenos químicos o físicos que modifican la naturaleza de los materiales haciéndoles perder la cohesión.

El consolidante ha de adoptar el estado líquido o viscoso para que se pueda realizar el mecanismo de la adhesión de las partículas. Así pues, en función de la forma en que se realiza la adhesión hay diferentes grupos de consolidantes:

- a) Consolidantes aplicados en disolución donde el producto inicialmente sólido pasa al estado fluido por medio de la adición del disolvente adecuado para tal fin lo que significa que han de ser solubles en algún líquido o capaces de dispersarse en una emulsión.

El elemento disolvente no ha de disolver el material a

consolidar ni producir reacciones con él y ha de ser lo bastante volátil para que no se produzcan fenómenos de retención siendo únicamente el vehículo que permita la introducción del consolidante en los poros y microfisuras de la materia descohesionada y ser capaz, luego, de evaporarse dejando en el interior del material solo el consolidante.

La mayoría de los polímeros termoplásticos se pueden encajar en este grupo.

- b) Consolidantes aplicados por fusión para el caso de sustancias sólidas, naturales o artificiales, generalmente polímeros, que funden a una temperatura lo suficientemente baja como para no dañar en modo alguno el material a tratar. Son los productos usados en la consolidación del color en pintura sobre tela y tabla.

Actualmente se usan algunas resinas termoplásticas que, después de la evaporación del disolvente, con temperatura controlada y preferiblemente bajo vacío, sigue la fusión del polímero que se difunde compenetrándose con la estructura a consolidar y, al enfriarse, realiza la consolidación. Aquí entran las resinas vinílicas y acrílicas.

- c) Consolidantes constituidos por monómeros polimerizables comprendiendo las sustancias en estado líquido que polimerizan transformándose en sólidos bajo la acción catalizadora de radiaciones de elevada energía capaces de penetrar en el interior de la materia, como los rayos X y gamma. Su

ventaja radica en la superación de las dificultades de penetración y en la posibilidad de obtener una consolidación más homogénea del material tratado.

La polimerización ocurre en el interior y afecta a todas las partículas a consolidar. Es un sistema poco práctico que muy pocos laboratorios poseen porque requiere generadores de rayos gamma, o sea, reactores.

Otra desventaja de otro tipo es que la materia queda plastificada con exceso lo que supone una modificación de sus caracteres materiales originales, lo cual resulta inaceptable bajo los criterios de conservación.

A los consolidantes, al igual que a los demás materiales, se les exige que cumplan una serie de requisitos que los haga válidos para cumplir el objetivo propuesto:

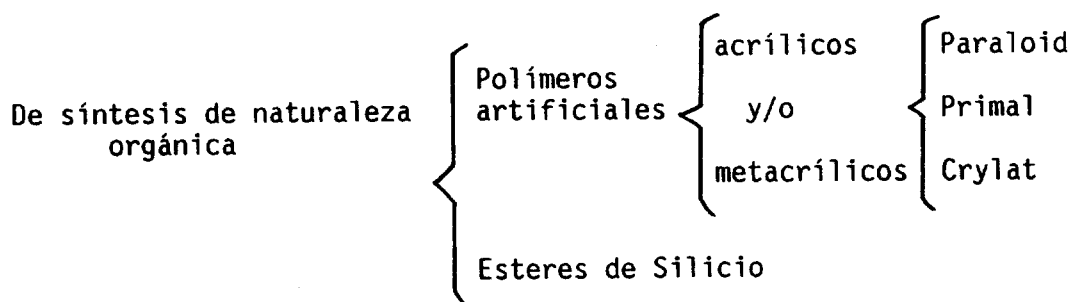
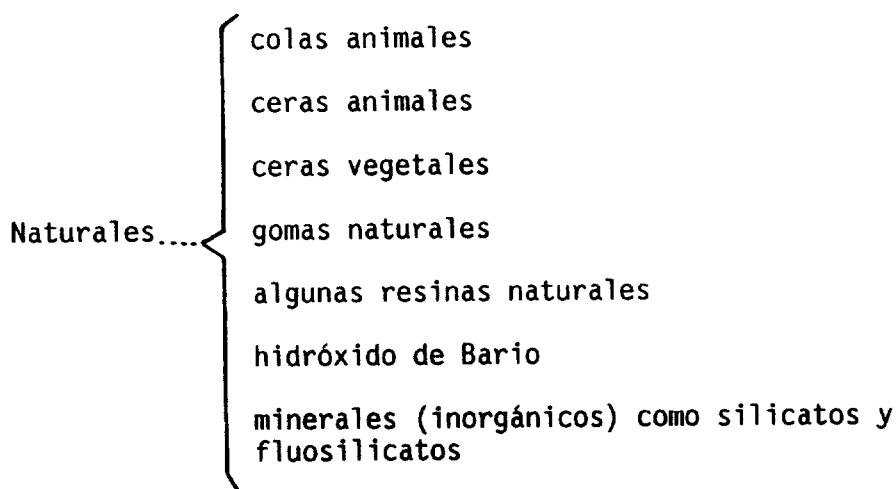
- Han de ser capaces de impregnar homogéneamente la materia tratada siendo ésta una cuestión fundamental que muchas veces se ve influenciada por la porosidad del material. Por una parte el consolidante tiene que alcanzar un grado de liquidez o de viscosidad que le permita impregnar todo el conjunto dependiendo este hecho del grado de concentración o de la temperatura según sea el mecanismo de adhesión. Por otra parte, la capilaridad del material juega un papel importante en la impregnación sobre todo considerando las dimensiones y diámetro de los capilares.
- Independientemente de la impregnación, cuenta el tiempo

necesario para que se realice la adhesión ya que la velocidad es un factor importante que ha de ser prefijado, en cierto modo, de antemano para que permita ejercer un control del fenómeno que asegure su completa realización.

- Una vez completado el proceso de adhesión hay que calibrar el grado de consolidación conseguido: no debe quedar ni demasiado fuerte ni demasiado flojo sino adecuarlo a las características del material original para no crear ulteriores degradaciones. La reversibilidad y compatibilidad del consolidante son dos conceptos que hay que seguir férreamente ya que no hay que olvidar que es un material que ha invadido el original puesto que "compatibilidad" significa "semejanza" y es lo que hay que procurar alcanzar a pesar de la invasión para no crear posteriores problemas de difícil solución en muchas ocasiones.

Los maestros de la antigüedad, a pesar de que su cultura tecnológica era mucho más pobre que la actual, eran auténticos maestros en el arte de acoplar, ensamblar y mezclar entre ellos, productos que han demostrado poder desafiar el paso del tiempo, incluso aquellos que han sufrido intervenciones "conservadoras" erróneas.

La heterogeneidad de los materiales a tratar y la de los productos consolidantes dificulta el poder hacer una clasificación simple de éstos. No obstante, atendiendo, al igual que se ha hecho con los adhesivos, a su origen se puede establecer una clasificación como sigue:



4.1.3. Los materiales consolidantes frente al soporte textil

Los productos destinados a jugar un papel tan importante en el refuerzo de la materia en general, como se ha visto en los puntos anteriores, tienen su lugar en el tratamiento de los materiales textiles que sirven de soporte a las capas de color las cuales, debido a causas variadas, han experimentado degradaciones de diversa índole que han supuesto una merma sustancial de las propiedades que los hacían adecuados para cumplir tal cometido. Llegados a este punto se hace necesario proceder a un reforzamiento o consolidación de este elemento básico del cuadro como es el soporte textil.

Por lo general, en el tratamiento de textiles el procedimiento para realizar la consolidación suele consistir en impregnar la materia a consolidar con agentes que disminuyan posteriores degradaciones de tipo químico para contrarrestar la desacidificación y el uso de resinas que establecen nuevos puntos de contacto para entrelazar fibras rotas. Teniendo presente el caso de los reentelados, la consolidación del soporte original (el que sustenta la pintura) se realizaría por medio del añadido de un nuevo soporte con la función de absorber parte de las agresiones o impactos a que estaba expuesto el tejido original por parte de los agentes externos que, sin embargo, actúan tanto en el tejido original como en el de refuerzo aunque haya diferencia entre la incidencia de su acción sobre uno u otro.

En la aplicación de un refuerzo intervienen tres elementos:

1. El tejido original.
2. El tejido reforzante.
3. El elemento adherente que favorece la unión entre los dos.

Sin olvidar además que cada uno de los tres tiene su propio comportamiento mecánico — que repercute en cada uno de los otros componentes del conjunto — y que el reforzamiento modifica la reacción de los tejidos frente a la acción de agentes químicos que pueden tomar formas diferentes: a) interacción entre tejidos; b) cambios químicos inducidos por agentes externos sobre cada uno de los materiales reforzados; c) prevención de cambios químicos.

Al introducir un adhesivo o un consolidante para realizar una consolidación, bien sea sobre la fibra textil o sobre películas de color, lo que ocurre es que aquéllos, al introducirse entre las fibras, impiden su deslizamiento, como ya se ha indicado anteriormente, con el resultado final de llegar a la rotura con un proceso similar al mecanismo de endurecimiento de polímeros en los que las cadenas de polímeros semejantes a fibras, originan enlaces cruzados para formar un esquema tridimensional. Los enlaces secundarios que se producirán por acción del tiempo o por el calor aumentarán la rigidez del tejido.

Estos enlaces secundarios pueden romperse con la acción de solventes que forman soluciones ionizadas — agua o vapor — recuperándose parte de la flexibilidad. También se consigue esto con tratamientos químicos de desacidificación o blanqueado de textiles, pero el resultado no es permanente. Asimismo, también los productos ablandantes de los tejidos evitan la formación de los enlaces secundarios durante mucho tiempo al tener un efecto lubricante cuya acción consiste en disminuir la fricción entre las fibras unidas reduciendo su fuerza de tensión.

La impregnación con resina que entra dentro del campo de consolidantes, puede producir efectos como:

- Realizando la impregnación con resinas duras (como la dammar), vinílicas de bajo peso molecular y acrílicas, conducen a la rigidez.

- Actuando con resinas blandas, reducen la fricción entre las fibras por su acción lubricante mejorando la flexibilidad de los tejidos y resistencia a la rotura.
- Las resinas de buenas composición y baja fuerza de tensión, previenen las concentraciones del "stress" o "fatiga" sobre fibras quebradizas formando como un amortiguador entre ellas que las protege de hundimientos debidos a empujes o impactos exteriores con lo cual se aumenta su resistencia a las tensiones.
- Son útiles cuando impregnan a fibras que han perdido su flexibilidad y resistencia a la tensión porque pueden unir y reforzar las fibras rotas causantes de esa pérdida compensando la resistencia perdida.

Un peligro que acecha es el sobrepasar los límites en la impregnación porque entonces el textil se convertiría en una lámina de naturaleza igual al material consolidante, aunque conservase su aspecto externo, con lo cual se habría destruido una de las características que identifican y dan personalidad a la "pintura sobre tela" ya que dejaría de ser calificada como tal.

Por otra parte, hay que contar con la influencia o acción que los consolidantes ejercerían sobre las capas de color. La tendencia es pensar primero en buscar garantías para la permanencia y estabilidad de la pintura, pero no debe adoptarse el remedio escogido en función única y exclusivamente de ella pues

el soporte textil forma parte de esa unidad denominada "cuadro" con una vida propia dotada de reacciones específicas.

El fondo de la cuestión lo constituye la pérdida de elasticidad y flexibilidad del tejido así como su mayor indefensión ante las tensiones de tipo mecánico que propiciarán su más rápida capacidad de rotura. Las investigaciones van dirigidas a la búsqueda de materiales resinosos que no supongan tal riesgo para el tejido a la vez que lo refuercen, tanto si el tratamiento va dirigido al textil como tal, como si lo recibe por repercusión o reflejo del aplicado a las capas de color.

Llegado el caso de ser necesario proceder a reforzar un objeto de arte — el cuadro pintado sobre tela, concretamente — con materiales fibrosos como es un tejido, hay que tener en cuenta unos cuantos puntos:

1. Tomar las medidas pertinentes para prevenir el deterioro de las fibras originales.
2. Reforzar las fibras originales por impregnación si estuviesen en un estado de extrema fragilidad, antes de que se adicione un soporte de refuerzo. A título de ejemplo, se puede comprobar el anormal reducido tamaño de las fibras de lino del cuadro "PAISAJE URBANO" de Vincent VENLOCT, 1.884 causado por un envejecimiento presumiblemente natural, aunque se desconocen las circunstancias concretas que haya podido atravesar el cuadro para que se produzca tal degradación de las fibras del tejido.

3. Elección de un nuevo soporte de características cercanas al original o de probada inocuidad para él.
4. Cualquier sistema de consolidación elegido ha de proteger el tejido original.
5. No olvidar que la impregnación implica una pérdida de flexibilidad con lo que se modifica el comportamiento normal de un tejido.
6. Calibrar la interacción que se producirá entre los componentes del cuadro: pintura, adhesivo, reforzante y nuevo soporte.

Teniendo presente el respeto que se debe hacia la obra original en todos sus aspectos, las investigaciones actuales siguen la línea de buscar refuerzos para una tela pintada degradada que no la oculten, que es lo que ocurre cuando se reentela un cuadro aplicando otra tela como soporte de refuerzo, tela que suele ser de lino. Lo que se busca realmente es el reentelado o, más propiamente, el reforzamiento transparente del soporte original. Pero esto ya es otro tema que abre innumerables variantes a la investigación.

Interrogantes similares se pueden plantear dirigidos hacia otro aspecto del tratamiento de pinturas en lo que respecta a la problemática existente en el uso de disolventes destinados a la limpieza de la superficie pictórica ya que pueden traspasar las más ínfimas fisuras que en ella puedan existir pasando a través de la capa de imprimación pudiendo llegar hasta impreg-

nar el tejido. Sería interesante emprender asimismo investigación orientada a descubrir con datos científicamente comprobados, qué efecto final pueden tener los disolventes sobre la solidez de las fibras que integran el tejido pues es evidente que del buen estado de ellas depende, en gran medida, la correcta conservación de la pintura que sustentan.

4.2. TEST DIRIGIDOS A CONOCER EL COMPORTAMIENTO DE LAS TELAS OBJETO DE ESTE ESTUDIO ANTE DIVERSOS PRODUCTOS EMPLEADOS EN LA CONSERVACION DE PINTURA SOBRE TELA Y SOMETIDOS POSTERIORMENTE A ENVEJECIMIENTO ACELERADO

De entre todos los productos que se utilizan habitualmente en el tratamiento de pintura sobre tela, se puede centrar la atención en dos grupos de entre todos ellos destinados, por sus características intrínsecas, a realizar funciones diferentes:

- función de limpieza: disolventes.
- función de refuerzo y consolidación: adhesivos y consolidantes
- función de protección: barnices y fungicidas

Cada uno de los cuales, a su vez, está integrado por una gran variedad de productos con posibilidad de combinaciones múltiples capaces de ofrecer resultados muy diferenciados de su aplicación; es por eso por lo que se ha hecho una selección decantándose por aquellos de uso más frecuente en la conserva-

ción de pintura sobre tela. Esos serán los destinados a formar parte de varios test de los que se intentará deducir ciertos enunciados sobre la respuesta que han suscitado en los tejidos imprimados ante su aplicación.

Se han programado tres bloques de pruebas a realizar sobre todas las muestras de las telas en estudio de tal forma que se haga posible la experimentación con los productos seleccionados:

Bloque A: En él se incluyen 13 test con diferentes disolventes y mezclas de disolventes utilizadas en limpieza de pintura.

Bloque B: Comprende 5 test diferentes que se centran en productos consolidantes (naturales y sintéticos) y otros con función de protección.

Bloque C: Está destinado a conocer el comportamiento de las muestras en estudio frente a cuatro diferentes fórmulas de adhesivos para realizar el reentelado en los casos en los que fuese necesario proceder a un reforzamiento del soporte original de un cuadro.

Todas ellas serán sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado o artificial con el fin de observar cuál es la respuesta que ofrecen las diferentes muestras de las telas ante unas condiciones adversas que, en realidad, no son sino la acumulación en un período reducido de tiempo, de los factores

ambientales degradantes que incidirían sobre ellas en un período normal, prolongado de tiempo.

Para los bloques A y B, de cada una de las telas en estudio se han separado fragmentos de 4 x 2 cms. numerándolas en uno de los ángulos de acuerdo con el número de test a recibir en su superficie. El desarrollo de la prueba correspondiente al bloque C se explica en su momento.

4.2.1. Test de disolventes

Tomando como punto de partida sobre el cual basar distintas experiencias lo publicado por L. MASSCHELEIN-KLEINER en su obra "Les solvents" — a la cual me remito para ampliar datos concretos sobre la naturaleza y características de ciertos productos — se han sometido muestras de las telas objeto de este estudio a la acción de varios disolventes y diversas mezclas de los mismos usadas frecuentemente en la limpieza de pinturas.

Con ello se trata de observar el comportamiento de las telas imprimadas estudiadas a lo largo del capítulo III al recibir directamente 1 gota de cada uno de los preparados elaborados para realizar esta experiencia. Tengamos en cuenta que, en circunstancias normales los productos aquí utilizados no suelen ser aplicados directamente sobre el soporte — léase tela imprimada — sino que pueden llegar a él atravesando las capas de color por medio de poros, grietas o fisuras que se hayan producido en la materia pictórica o capas de color.

Por lo que atañe a los disolventes, MASSCHELEIN-KLEINER, en la obra mencionada, los agrupa en categorías atendiendo, fundamentalmente, a algunas de sus características como son, entre otras, la rapidez de evaporación, la capacidad de penetración y el nivel de retención detectado. Estos tres aspectos de los disolventes juegan un papel muy importante en la limpieza de las pinturas por cuanto pueden afectar con diferentes grados de agresividad a la materia pictórica.

Las categorías de disolventes elaboradas por la mencionada autora son cuatro:

- I: Decapante. Muy penetrante. Retención elevada y prolongada (del 10% después de 24 h.).
- II: Medio. Penetración medida. Retención media (del 2-3% después de 12 h.).
- III: Móvil. Muy penetrante. Retención débil y corta (fracciones de %).
- IV: Volátil. Poco penetrante. Retención débil y corta (fracciones de %).

Es fácil deducir que las diferencias en los índices de retención de un disolvente tienen una importancia que no se puede obviar en las situaciones en que fuese necesario proceder a la limpieza de una pintura por cuanto los disolventes pueden actuar negativamente sobre los estratos subyacentes atacando a pigmentos y aglutinantes.

De entre todos los disolventes que suelen ser utilizados en la limpieza de pinturas, se han elegido para realizar las pruebas aquellos que se emplean con más frecuencia y que aparecen reflejados en el cuadro siguiente. Aplicando las categorías de MASSCHELEIN-KLEINER tendremos:

GRUPO	DISOLVENTE	PENETRACION	RETENCION	CATEGORIA
I	Dimetilformamide Amoníaco	Muy penetrante	Elevada y larga	Decapante
II	Acetona Alcohol Acetato amilo Isopropanol	Media	Media	Medio
III	White-spirit Aguarrás Tolueno Nitro	Muy penetrante	Débil y corta	Móvil
IV	Isooctano White-spirit Nitro	Poco penetrante	Débil y corta	Volátil

Los disolventes que no son químicamente puros o mezclas, se han encajado en estos grupos a título orientativo pues sería preciso analizarlos para conocer exactamente de qué grupo participan en mayor o menor proporción. Este sería el caso del aguarrás, el white-spirit y el nitro.

Seguidamente se indica la relación de los test de disolventes realizados sobre las muestras de todas las telas:

Test nº	6:	II - Acetona	
Test nº	7:	II - Alcohol	
Test nº	8:	II - Isoamilo acetato	
Test nº	9:	III, IV - White-spirit	
Test nº	10:	I - Dimetil-formamide	
Test nº	11:	III - Aguarrás	3
		II - Alcohol	3
		II - Acetona	1
Test nº	12:	II - Isopropanol	50
		III - Tolueno	50
Test nº	13:	II - Isopropanol	50
		IV - Isooctano	50
Test nº	14:	III - Tolueno	50
		II - Isopropanol	65
		Agua	15
Test nº	15:	III - Tolueno	75
		I - DMF	25
Test nº	16:	II - Isopropanol	90
		I - Amoníaco	10
		Agua	10
Test nº	17:	III - Aguarrás	10
		II - Isoamilo acet. ..	1
		I - DMF	1
Test nº	18:	III,IV - W. spirit ...	10
		II - Isoamilo acet. ..	1
		I - DMF	1

Las pruebas que comprenden el elenco de disolventes y mezclas de éstos, son las que corresponden a los números 6 a 18 ambos inclusive. En este caso se ha depositado 1 gota de cada una de ellas en el centro de la muestra de tela.

Se ha computado el tiempo que cada una de las pruebas ha tardado en secar ya que los otros aspectos de las características de esos disolventes — rapidez de evaporación, penetración

y retención — no pueden medirse salvo en el caso de disponer del equipo adecuado. No obstante, esos datos son ofrecidos por las publicaciones especializadas, pero el interés inmediato estriba en poder observar los distintos tiempos que ha necesitado cada disolvente o mezcla para secarse bajo la óptica dos centros de interés ambos complementarios, como son:

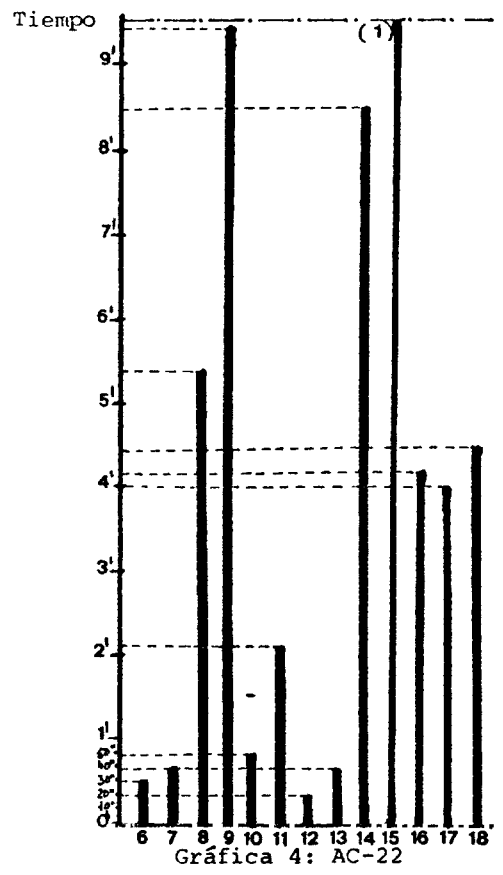
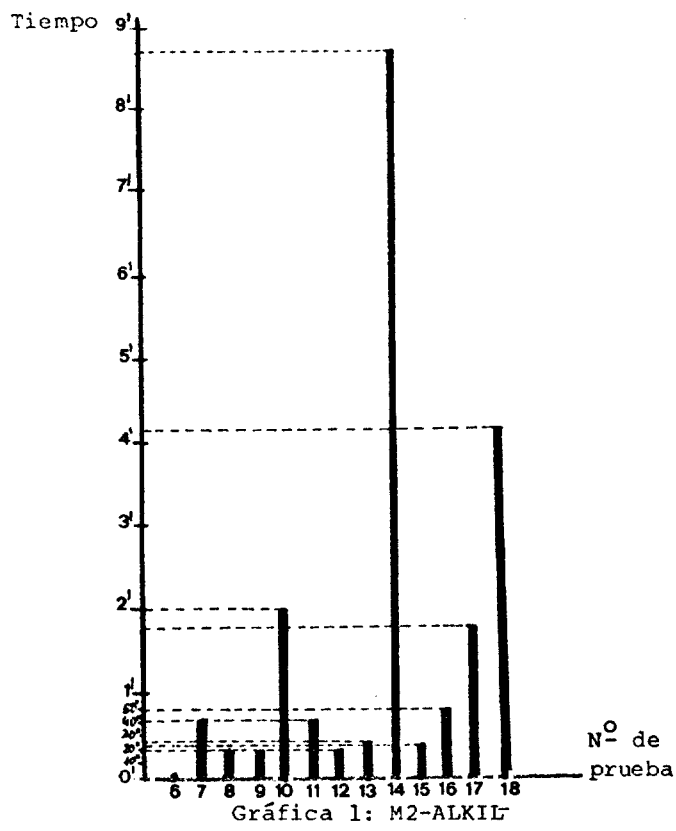
- a) Tiempo de secado de un disolvente o de una mezcla sobre las distintas imprimaciones. -
- b) La respuesta de una misma tela ante los diferentes disolventes y mezclas.

Este comportamiento reviste gran interés por las repercusiones que pueda tener al afrontar la limpieza de pinturas ya que pudieran derivarse consecuencias negativas para toda la obra ante el uso incorrecto de las materias disolventes.

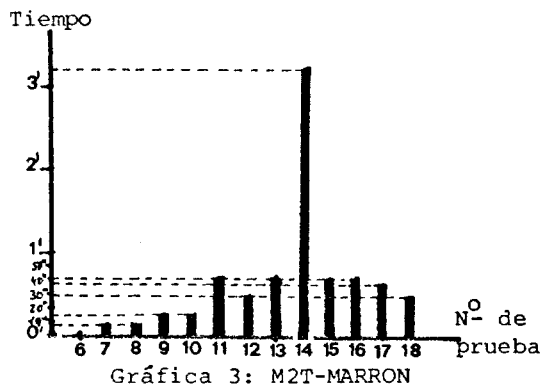
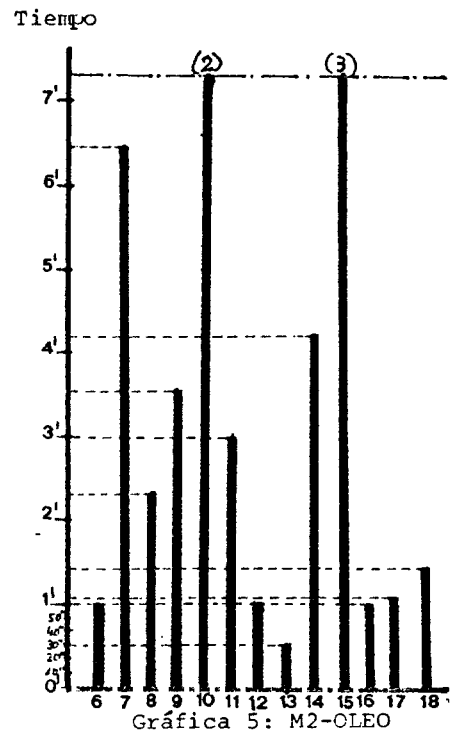
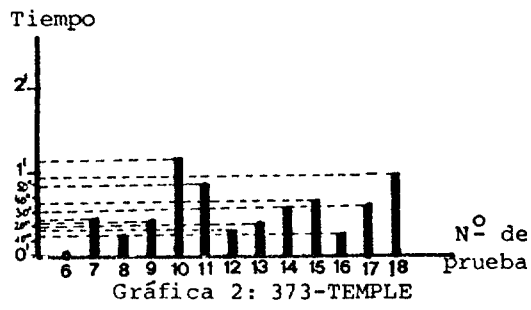
Veamos a continuación cuáles han sido los resultados obtenidos de la aplicación de los puntos a) y b), expuestos a través de una serie de gráficas.

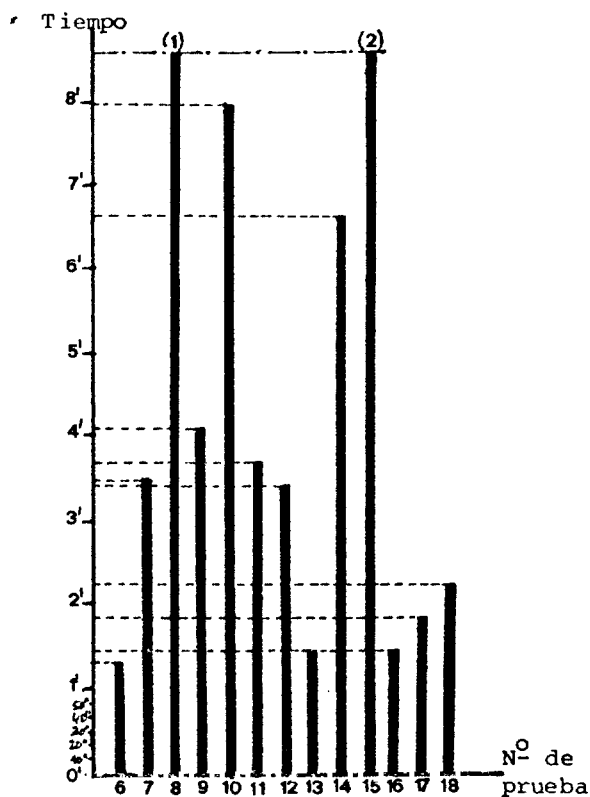
**TIEMPOS DE SECADO DE LAS PRUEBAS DE DISOLVENTES PUROS
Y DE MEZCLAS DE DISOLVENTES**

Nº de prueba	M2 ALKIL	373 TEMPLE	M2 OLEO	M2T MARRON	AC - 22	66	LEV - 20	LEV - 25	LEV- 90
6	0'00"	0'00"	1'00"	0'00"	1'30"	1'20"	0'00"	0'00"	0'40"
7	0'40"	0'24"	6'30"	0'08"	1'40"	3'30"	1'10"	1'14"	0'50"
8	0'20"	0'14"	2'20"	0'08"	5'24"	12'30"	2'44"	0'30"	0'56"
9	0'20"	0'22"	3'34"	0'12"	9'30"	4'08"	6'50"	3'00"	0'20"
10	2'00"	1'08"	22'00"	0'13"	48'00"	8'00"	31'00"	28'00"	26'47"
11	0'40"	0'50"	3'00"	0'40"	2'06"	3'20"	1'40"	10'00"	1'56"
12	0'20"	0'18"	0'58"	0'30"	0'19"	3'26"	1'21"	0'19"	1'04"
13	0'24"	0'22"	0'30"	0'40"	0'39"	1'28"	0'35"	0'33"	0'26"
14	8'40"	0'34"	4'14"	3'12"	8'32"	6'40"	0'56"	0'50"	0'31"
15	0'22"	0'38"	18'20"	0'38"	11'50"	16'42"	28'00"	11'08"	1'48"
16	0'48"	0'26"	1'00"	0'42"	4'10"	1'28"	4'00"	1'12"	0'48"
17	1'45"	0'35"	1'04"	0'40"	4'00"	1'50"	12'10"	2'40"	1'43"
18	4'10"	0'58"	1'26"	0'30"	4'30"	2'14"	3'52"	5'45"	1'40"

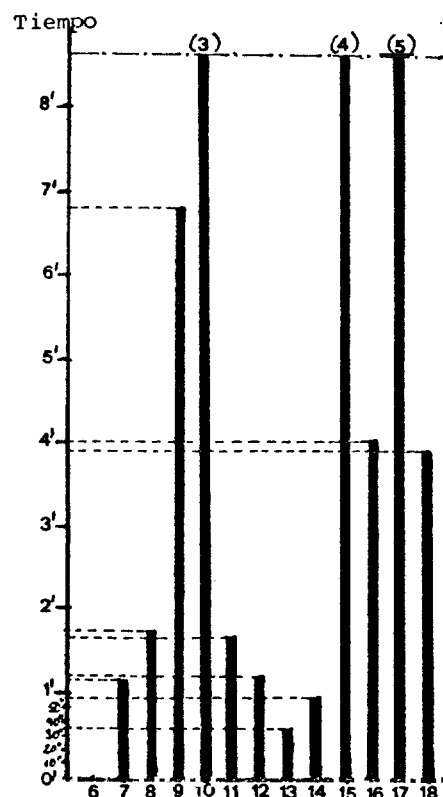


(1) : 11'50"
(2) : 22'
(3) : 18'20"





Gráfica 6: 66

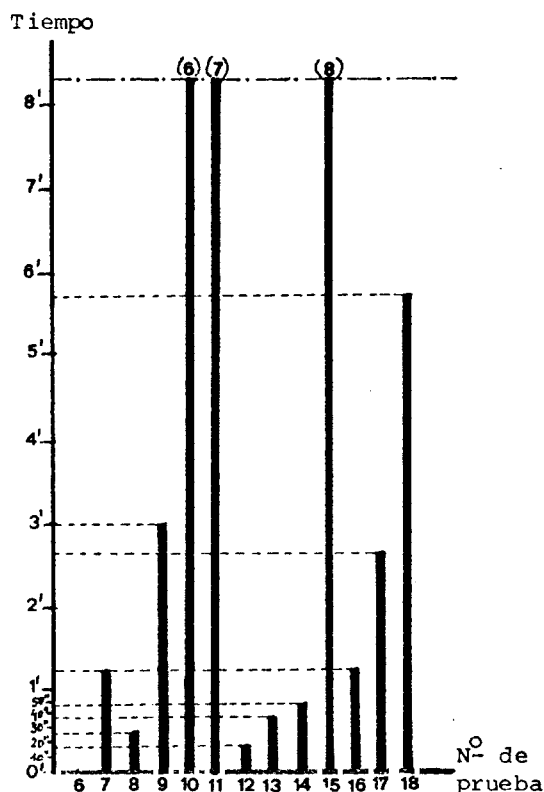


Gráfica 7: LEV-20

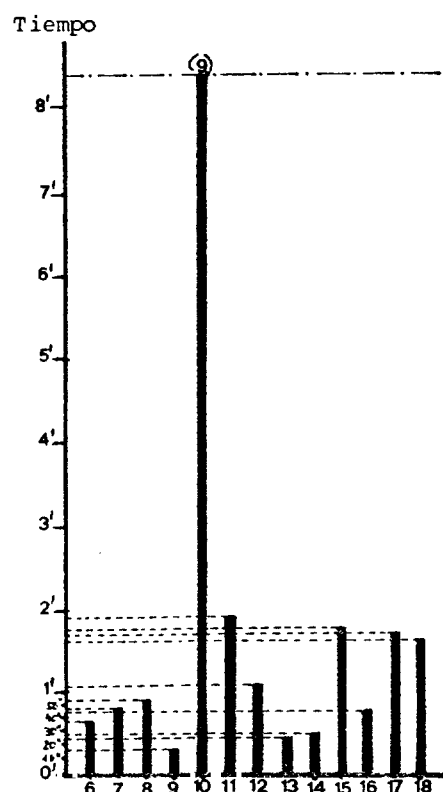
(1): 12'30"
(2): 16'42"
(3): 31'

(4): 28'
(5): 12'10"
(6): 28'

(7): 10'
(8): 11'8"
(9): 26'47"

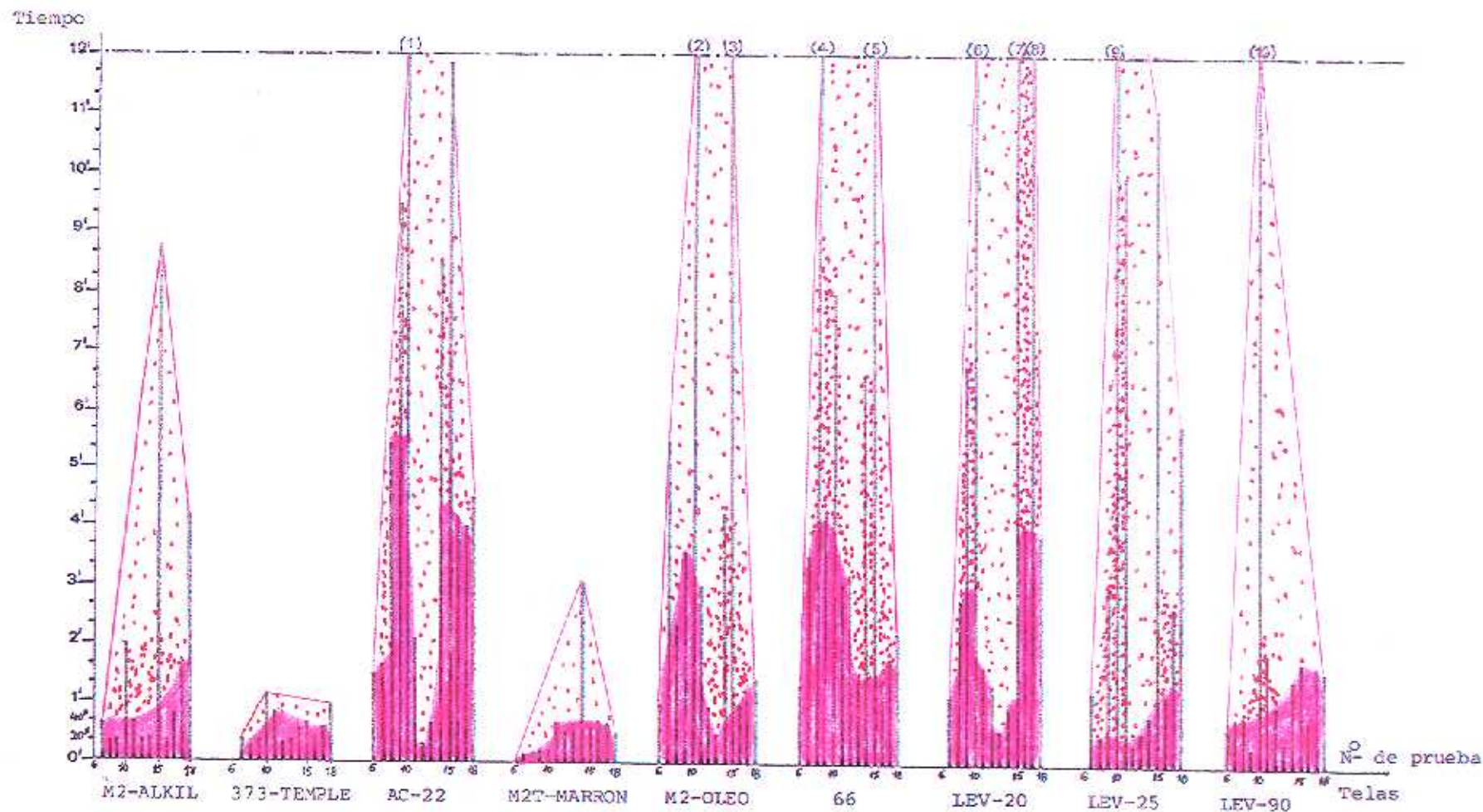


Gráfica 8: LEV-25



Gráfica 9: LEV-90

TABLA XVII



(1): 48' (3): 18'20" (5): 16'42" (7): 26' (9): 28'
 (2): 22' (4): 12'30" (6): 31' (8): 12'10" (10): 26'47"

TABLA COMPARATIVA DE LOS TIEMPOS DE SECADO DE DISOLVENTES EN LAS DISTINTAS TELAS

TABLA XVIII

TELAS	IMPRINACION				TIEMPOS DE SECADO												
	PESO g/m ² .	GROSOR mm.	AGLUTINANTE	CARGA	Prueba n°												
					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
M2-ALKIL	139'89	0'033	Clara de huevo	Oxido de Titanio Oxido de	0'0"	0'40"	0'20"	0'20"	2'00"	0'40"	0'20"	0'24"	8'40"	0'22"	0'48"	1'45"	4'10"
373-TEMPLE	110'40	0'012	Caseína	Barita	0'0"	0'24"	0'14"	0'22"	1'08"	0'50"	0'18"	0'22"	0'34"	0'38"	0'26"	0'35"	0'58"
M2-OLEO	117'75	0'024	Oleo	Calcita	1'0"	6'30"	2'20"	3'34"	22'00"	3'00"	0'58"	0'30"	4'14"	18'20"	1'00"	1'04"	1'26"
M2-T-MARRON	139'89	0'033	Clara de huevo	Oxido de Titanio Oxido de	0'0"	0'08"	0'08"	0'12"	0'13"	0'40"	0'30"	0'40"	3'12"	0'38"	0'42"	0'40"	0'30"
AC-22	-	-	Huevo	Blanco de Plomo	1'30"	1'40"	5'25"	9'30"	48'00"	2'06"	0'19"	0'39"	8'32"	11'50"	4'10"	4'00"	4'30"
66	-	-	Oleo + Proteína	Oxido de Titanio	1'20"	3'30"	12'3"	4'08"	8'00"	3'20"	3'26"	1'28"	6'40"	16'42"	1'28"	1'50"	2'14"
LEVANTE-20	-	-	Resina sintética	Calcita + Oleo	0'0"	1'10"	2'44"	6'50"	31'00"	1'40"	1'21"	0'35"	0'56"	28'00"	4'00"	12'10"	3'52"
LEVANTE-25	-	-	Resina sintética + ¿Oleo?	Oxido de Titanio	0'0"	1'14"	0'30"	3'00"	28'00"	10'0"	0'19"	0'33"	0'50"	11'08"	1'12"	2'40"	5'45"
LEVANTE-90	-	-	Cola	Oxido de Ti + Calcita (más que en LEV-20)	0'40"	0'50"	0'56"	0'20"	26'47"	1'56"	1'04"	0'26"	0'31"	1'48"	0'48"	1'43"	1'40"

En este cuadro, a modo de recapitulación, quedan expuestos datos específicos de algunos aspectos de las imprimaciones estudiados a lo largo de este trabajo.

Seguidamente veamos qué posible relación se da entre los datos obtenidos anteriormente del estudio de la tela y preparación en sus dos componentes, aglutinante y pigmentos que componen la materia de carga y los tiempos de secado de los disolventes con los que se ha experimentado. Quizá de ello se puedan anticipar algunas hipótesis que puedan ser de ayuda al conservador-restaurador en lo que se refiere a su actuación más concreta hacia las obras de Arte Contemporáneo.

Para comenzar y teniendo a la vista la gráfica resumen de las páginas 683-684 una primera observación que se puede hacer, comparando las distintas longitudes de las líneas que expresan los tiempos de secado, es establecer que hay tres telas en las que aquéllas ofrecen un bloque visualmente más reducido que en las demás. Estas tres telas son:

373 - TEMPLE
M2T - MARRON
M2 - ALKIL

Para estas tres telas, la prueba número 10 es la que abarca el tiempo mayor en el secado: es el DIMETILFORMAMIDE puro.

De entre las mezclas de disolventes, las pruebas números 15 y 18 son las que más tardan en secar para las muestras M2-ALKIL y 373-TEMPLE. Ambas incluyen el DMF.

Otro dato interesante es la presencia del TOLUENO en las pruebas números 14 y 15 para las tres telas citadas, con lo cual encontramos que los mayores tiempos de secado en general y para estas tres en concreto — que en conjunto son mejores

que las demás — se dan para las soluciones que incluyen el TOLUENO y el DIMETILFORMAMIDE.

Los máximos se ven muy repartidos. Quizá en un primer golpe de vista se podría decir que, en bloque, es la tela "66" la que presenta las líneas más tupidas hacia lo alto por lo que cabría deducir que es la tela que peor responde al secado de los disolventes.

Considerando la peligrosidad que reviste la acción química de los disolventes sobre todos los componentes de la tela imprimada — fibras textiles y aglutinantes y pigmentos de la imprimación — parece obvio deducir que estas tres telas anteriormente citadas, en principio ofrecen mejor respuesta al empleo de disolventes para la limpieza de pinturas puesto que, al ser menor el tiempo que aquéllos necesitan para secarse, cabe suponer que los posibles efectos negativos sobre un hipotético cuadro, al permanecer poco tiempo sobre él, serán mucho más reducidas que para el caso de telas con menor capacidad de secado de los disolventes sobre ellas depositados. La retención será también menor lo cual abunda en la opinión expresada.

En una primera aproximación a la supuesta bondad de estas telas frente al tiempo de secado de los disolventes empleados, les sigue el tipo denominado LEVANTE-90 pues si bien el perfil de la curva es muy agudo, esto es producido únicamente por el DMF muy puro ya que, como puede comprobarse, el conjunto de las demás pruebas sobrepasan en poco a los tiempos de las tres primeras. El resto de las telas ofrecen un conjunto de tiempos

de secado más elevado que para la anteriores.

Con estos datos se podría enunciar una primera conclusión respecto al comportamiento ante los disolventes, estableciendo tres categorías:

- 1ª) Tiempo de secado MINIMOS: $\left\{ \begin{array}{l} 373\text{-temple} \\ \text{M2T-MARRON} \end{array} \right.$
- 2ª) Tiempo de secado MEDIO: $\left\{ \begin{array}{l} \text{M2-ALKIL} \\ \text{LEVANTE-90} \end{array} \right.$
- 3ª) Tiempo de secado ELEVADO: $\left\{ \begin{array}{l} \text{AC-22} \\ \text{M2-OLEO} \\ 66 \\ \text{LEVANTE-20} \\ \text{LEVANTE-25} \end{array} \right.$

La prueba nº 10 (DMF puro) es la que, en todas las muestras, ha necesitado un tiempo mayor de secado lo cual nos llevaría a considerar que no es un disolvente recomendable ya que su larga permanencia sobre las capas de imprimación, abre mayores posibilidades de que su acción química se ejerza sobre los materiales de aquélla con el consiguiente riesgo de afectar a su estabilidad y cohesión cuya pérdida repercutiría negativamente sobre las capas de color que pudieran sustentar.

Esto no constituye ningún descubrimiento pues las cualidades del DMF, positivas y negativas, son de sobra conocidas por los restauradores y, al menos experimentalmente, todos son conscientes del peligro que entraña para toda pintura en general y para las no muy antiguas en particular, entendiéndose como

tales, las comprendidas a partir del siglo XIX pues al atacar a los materiales oleosos, destruye el aglutinante graso, menos endurecido que en una pintura del siglo XVI, por ejemplo, produciendo la desintegración del color.

Así pues, si prescindimos de la validez de la prueba nº 10, se puede comprobar que los demás tiempos de secado, especialmente en la 373-TEMPLE y M2-MARRON, son bajos y muy parecidos.

Esto nos conducirá a pensar que estas dos telas ya ofrecen unas cualidades muy aceptables de cara a posibles procesos de restauración por lo menos ante la problemática de la limpieza para eliminar barnices oxidados.

Por medio del cuadro siguiente, veamos qué tipo de datos emanados del estudio de las diferentes telas imprimadas y de los tiempos de secado de disolventes hemos encontrado:

DISOLVENTES PUROS	TIEMPO	MUESTRA	I M P R I M A C I O N	
			AGLUTINANTE	CARGA
ACETONA	MAX. 1'30"	AC-22	Huevo	Blanco de plomo
	MIN. 0'00"	M2-ALKIL 373-TEMPLE M2T-MARRON LEV-20,25	Clara h.: Resina Caseína : sinté- Gelatina: tica : :	Ox. Ti- : Calcita tanio : + Ox.Ti- Barita : tanio Bl.Plomo+: Arcilla :
ALCOHOL	MAX. 6'30"	M2-OLEO	Oleo	Calcita
	MIN. 0'08"	M2T-MARRON	Gelatina	Blanco de Plomo + Arcillas
ISOAMILO ACETATO	MAX.12'30"	66	Oleo + Proteína	Ox. de Titanio
	MIN. 0'08"	M2T-MARRON	Gelatina	Blanco de Plomo + Arcillas
WHITE- SPIRIT	MAX. 9'30"	AC-22	Huevo	Blanco de Plomo
	MIN. 0'12"	M2T-MARRON	Gelatina	Blanco de Plomo + Arcillas
DIMETIL FORMAMIDE	MAX. 48'00"	AC-22	Huevo	Blanco de Plomo
	MIN. 0'13"	M2T-MARRON	Gelatina	Blanco de Plomo + Arcillas

A continuación hagamos una revisión para comprobar qué elementos de la imprimación se corresponden con más frecuencia con los tiempos mínimos y en qué telas se produce este hecho:

TIEMPOS MAXIMOS / Aglutinante: GRASO (óleo o huevo)
 \ Pigmento: BLANCO DE PLOMO/CALCITA/OX.TITANIO

TIEMPOS MINIMOS / Aglutinante: GELATINA (cola natural, proteica)
 \ Pigmento: BLANCO DE PLOMO

Para mezclas de disolventes:

Prueba Nº	TIEMPO + - Máx./Min.	I M P R I M A C I O N		TELA
		AGLUTINANTE	PIGMENTO DE LA CARGA	
11	+ 10'00" - 0'40"	Oleo + Resina sintética Gelatina Clara de huevo	Oxido de Titanio Blanco de Plomo + Arcillas Oxido de Titanio	LEVANTE-25 M2T-MARRON M2-ALKIL
12	+ 3'26" - 0'18"	Oleo + Proteína Caseína	Oxido de Titanio Barita	66 373-TEMPLE
13	+ 1'28" - 0'22"	Oleo + Proteína Caseína	Oxido de Titanio Barita	66 373-TEMPLE
14	+ 8'40" - 0'31"	Clara de huevo Cola	Oxido de Titanio Calcita + Oxido de Titanio	M2-ALKIL LEVANTE-90
15	+ 28'00" - 0'22"	Resina sintética Clara de huevo	Calcita + Oxido de Titanio Oxido de Titanio	LEVANTE-20 M2-ALKIL
16	+ 4'10" - 0'26"	Huevo Caseína	Blanco de Plomo Barita	AC-22 373-TEMPLE
17	+ 12'10" - 0'35"	Resina sintética Caseína	Calcita + Oxido de Titanio Barita	LEVANTE-20 373-TEMPLE
18	+ 5'45" - 0'30"	Resina sintética + Oleo Gelatina	Oxido de Titanio Blanco de Plomo + Arcilla	LEVANTE-25 M2T-MARRON

En este cuadro aparecen los tiempos MAXIMOS y MINIMOS de secado de mezclas de disolventes, comprobados con especificación de la naturaleza de los materiales de imprimación (aglutinante y materia de carga) así como la denominación comercial de las telas a que pertenecen.

Es evidente la preponderancia del aglutinante **proteico** ante el hecho del menor tiempo de secado de disolventes. Aquellas telas que lo incluyen en su imprimación, ven favorecida la mayor rapidez de secado de disolventes empleados en la limpieza de barnices oxidados u otras sustancias para cuya eliminación fuese preciso emplearlos. Ello no hace más que corroborar algo sabido por los pintores y es que las preparaciones grasas no ofrecen demasiadas garantías para la pervivencia en óptimas condiciones de las capas de color depositadas sobre ellas.

Respecto a la posible incidencia del material de carga en el secado, no parece que sea determinante a la vista de la relación de sustancias coincidentes en ambos tiempos extremos.

Así pues, parece oportuno enunciar que la tela comercial que en esta prueba de comportamiento ha ofrecido mejor respuesta ante el tiempo de secado de diversos disolventes, es la denominada **"M2T-MARRON"**. Sus características son:

FIBRA	LINO
ENTRAMADO	TAFETAN 1 x 1
DENSIDAD	162 (12 x 13 hilos/cm.)
TITULO	86'14 (solo urdimbre)
ESPESOR DE PREPARACION ..	0'039mm.
PESO PREPARACION	160'98 g/m2.
AGLUTINANTE	GELATINA (cola natural)
PIGMENTO DE CARGA	BLANCO DE PLOMO + ARCILLAS

4.2.2. Test de productos consolidantes y de protección. Resultados

El criterio que ha guiado la selección de los productos a incluir en este test es el de la mayor frecuencia en su empleo para tal fin en los trabajos de conservación de pintura sobre tela y de pintura en general. Así, de los adhesivos expuestos en el cuadro de la pág. 661 se han tomado los siguientes: como consolidante perteneciente al grupo de origen animal proteico, la cola de conejo y de entre los de origen sintético, el Paraloid B72 y la cola plástica de la marca "Prakoll".

Otros productos objeto de experimentación, también empleados habitualmente en el campo de la conservación/restauración, son dos tipos de barnices comerciales cuya finalidad es la de servir de capa de protección a la película pictórica y el Pentaclorofenato de sodio cuya función protectora se dirige a evitar la contaminación biológica de microorganismos.

La relación de los test correspondientes a este bloque B es la siguiente:

- | | | |
|---------|-----|---|
| Test nº | 1: | Paraloid B72 / Tolueno al 5%. Mezcla consolidante |
| Test nº | 2: | Paraloid B72 / Nitro al 5%. Mezcla consolidante |
| Test nº | 3: | Barniz mate "Lefranc" 20% Protección
Barniz de retoques "Lefranc" 80% " |
| Test nº | 4: | Cola de conejo al 10%. Consolidante |
| Test nº | 5: | Cola plástica al 10%. Consolidante |
| Test nº | 19: | Pentaclorofenato de sodio al 2% en H2O. Protección |

Al igual que para los disolventes, de cada una de las telas se han preparado muestras de 4 x 2 cm. anotando en uno de los ángulos el nº de test que va recibir. En el centro de la superficie de la muestra se aplica una leve pincelada de la mezcla correspondiente a cada una con el fin de observar el aspecto que puedan ofrecer posteriormente las imprimaciones ante estos productos consolidantes y de protección que se han aplicado en concentraciones un poco más elevadas de lo habitual. No se ha controlado el tiempo de secado por considerar este dato de importancia secundaria en este caso.

Envejecimiento acelerado

Las diecinueve muestras correspondientes a los test de disolventes (bloque A) y de consolidantes y productos de protección (bloque B), se someten a envejecimiento acelerado por la acción de

- a) Humedad y calor durante un período de 96 horas en la cámara destinada a tal fin cuyas características son:

ESTUFA: "SELECTA" Mod. 209

TEMPERATURA: 60º C

HUMEDAD: 100%

- b) Posteriormente, sobre estos dos bloques se ha comprobado su comportamiento ante la acción de la luz solar con el fin de observar qué nivel de alteración óptica pueda experimentar la tonalidad de cada preparación a causa de la fotodegrada-

ción. Para ello, en cada muestra se ha cubierto la mitad de su superficie con cartulina para que la luz solar incida únicamente en una parte de la superficie a estudiar y poder hacer la oportuna comparación después de culminado el período prefijado.

El conjunto de las diecinueve muestras ha sido colocado en un ventanal orientado al O. de la sexta planta del edificio para asegurar así la recepción amplia de la luz.

Los resultados de los dos aspectos del envejecimiento acelerado de los dos bloques de test se exponen a continuación. La documentación fotográfica que ilustra el ensayo aparece en las LAMINAS LV a LVIII teniendo en cuenta que la fotografía en color adolece de graves deficiencias tonales a causa de la mecanización del proceso de positivado.

TABLA XIX

ENVEJECIMIENTO DE LOS TEST DE DISOLVENTES Y CONSOLIDANTES. FOTODEGRADACION

ENVEJECIMIENTO			
MUESTRAS	TEST DE DISOLVENTES: ASPECTO	TEST DE CONSOLIDANTES: ASPECTO	C. No se aprecia cambio LUZ SOLAR: + Degradación BAJA ++ " MEDIA +++ " ALTA
M2-ALKIL	Aparentemente igual al que tenía antes de ser introducido en la estufa.	Pocos brillos. En general, menos que en las LEVANTE. Algunas particularidades: pruebas nº 1 y 2: cerco amplio; nº 3: círculo poco marcado; nº 4: brillo fuerte; nº 5: cerco; nº 19: brillo y cerco pardo en la 1/2 dcha.	0
373-TEMPLE	id.	Poco brillo en las pruebas nº 1, 2, 3 y 5 con cerco; la nº 4 un poco más de brillo y amarilleo; la nº 19: leve pardeo.	0
M2-OLEO	id.	Brillos: como M2-ALKIL; nº 4 más fuerte y la 1/2 tapada más amarilla; nº 19: leve pardeo.	+++ Muy decolorado
M2-T-MARRON	+: en la nº 6, 13 ++: nº 7, 12, 16 Ha quedado un poco oscurecida	Brillos en la nº 4: fuerte y oscurecida 5: brillo medio Oscuras: nº 1 y 2 mates; nº 3: muy oscura	0
AC-22	Aparentemente igual al que tenía antes de ser introducido en la estufa.	Brillo: fuerte el nº 2 y 4 (pardea un poco); nº 5: cerco de brillo; nº 19: cerco pardo.	+
66	Brillos en nº: 6-7-8-11-12-13-15-16	Todos con brillos fuertes/ Alteraciones cromáticas: nº 1-2-3-4-5.	0
LEVANTE-20	id.	Brillos en nº 1-2-3-4; nº 5: con cerco.	+
LEVANTE-25	id.	Brillos: nº 1-2-3, medio; 4, fuerte y amarilleo; 5, cerco.	+
LEVANTE-90	id.	Brillan todas.	+

4.2.3. Test de adhesivos para reentelar

La operación del reentelado se realiza, como es sabido, en aquellos casos en los que sea necesario aportar un refuerzo al soporte textil original de una pintura. Puede haber otras circunstancias emanadas del estado general del cuadro que también lo aconsejen pero la fundamental, es la indicada.

Por lo general, la tela que va a reforzar a la - original suele ser de lino por sus excelentes cualidades, cuya textura sea similar a la de aquélla con el fin de evitar diferencias acusadas entre las tensiones de ambas. Con la adición de la nueva tela queda oculto el primitivo tejido.

Sin embargo, ocurre que, a veces, el hecho de poder acceder a la contemplación del reverso original de un cuadro de soporte textil, reviste gran interés bien debido a sus características como tejido o motivado por la existencia de textos, inscripciones, bocetos, etc., que constituyen una fuente importante de datos para conocer al pintor, su técnica y circunstancias socio-culturales así como la aportación de datos para la historia, en cuyo caso se plantea la posibilidad de realizar un reentelado con algún material transparente. Pero no es éste el caso que se va a considerar aquí sino el normal, el que se da en la casi totalidad de los reentelados que se realizan: aplicar tela de lino.

Tampoco se va a hacer hincapié en las circunstancias que rodean a la operación del reentelado puesto que para profundi-

zar en este tema ya existen numerosas publicaciones que lo tratan con la amplitud que la trascendencia de esa operación para la pervivencia del cuadro, requiere.

En este caso, el ensayo que se va a realizar tiene como objetivo final, ampliar el caudal de datos que enriquezcan el conocimiento de las telas que se vienen estudiando para lo cual el objetivo inmediato del test consiste en observar el comportamiento de varios adhesivos de uso frecuente en el reentelado de pintura sobre lienzo aplicado a las muestras de esas telas y sometido el conjunto a un posterior envejecimiento acelerado.

El material textil objeto del "reentelado" está formado por muestras de todas las telas sobre las que se está trabajando y el que va a cumplir con la función de elemento reforzante, es tela de lino del tipo denominado "VELAZQUEZ" considerado por sus características, como el más adecuado para esta operación. Aplicando a esta tela los parámetros indicados en el capítulo III para realizar la caracterización de un textil, se obtienen los siguientes datos:

Fibra de los hilos de urdimbre	LINO
Fibra de los hilos de trama	LINO
Torsión de los hilos de urdimbre	Z
Torsión de los hilos de trama	Z
Densidad	224'75
Peso	26'93 g/m2.
Espesor	0'471 mm.
Peso del hilo de urdimbre: TEX	8'26 g/1.000m.

Peso del hilo de trama: TEX 10'66 g/1.000m.
DENIER del hilo de urdimbre 74'34
DENIER del hilo de trama 95'94
NUMERO METRICO del hilo de urdimbre ... 121'065
NUMERO METRICO del hilo de trama 93'8086

En las páginas siguientes aparecen los detalles pormenorizados de la aplicación de los diferentes parámetros empelados para conseguir la caracterización de este tejido de lino utilizado en el tes de que se está tratando.

TELA "VELAZQUEZ"

Nº Muestra	P E S O		
	g/100cm2.	medio	g/m2.
1	0'26162	0'2693	26'93
2	0'27565		
3	0'2707		

D E N S I D A D			
RECuento de HILOS		DENSIDAD Urd. x Trama	
Urdimbre nº hilos/cm.	14'5	224'75	
Trama nº pasadas/cm.	15'5		

Nº muestra	E S P E S O R		
	De la muestra	medio	De la tela
1	0'465	0'472	0'471
	0'455		
	0'496		
2	0'470	0'479	
	0'489		
	0'480		
3	0'465	0'464	
	0'471		
	0'458		
	0'465		

ENTRAMADO : TAFETAN 1 x 1

IDENTIFICACION
MICROSCOPICA
DE LAS FIBRAS
TEXTILES

ASPECTO LONGITU+
-DINAL

FOTO 1 (sup.)

Fibras de los hi-
los de URDIMBRE:
LINO

200X. Luz transm.

Pel. PERUTZ 100
Nº 20



FOTO 2 (medio)

Fibras de los
hilos de TRAMA:
LINO

200X. Luz transm.

Pel. PERUTZ 100
Nº 26

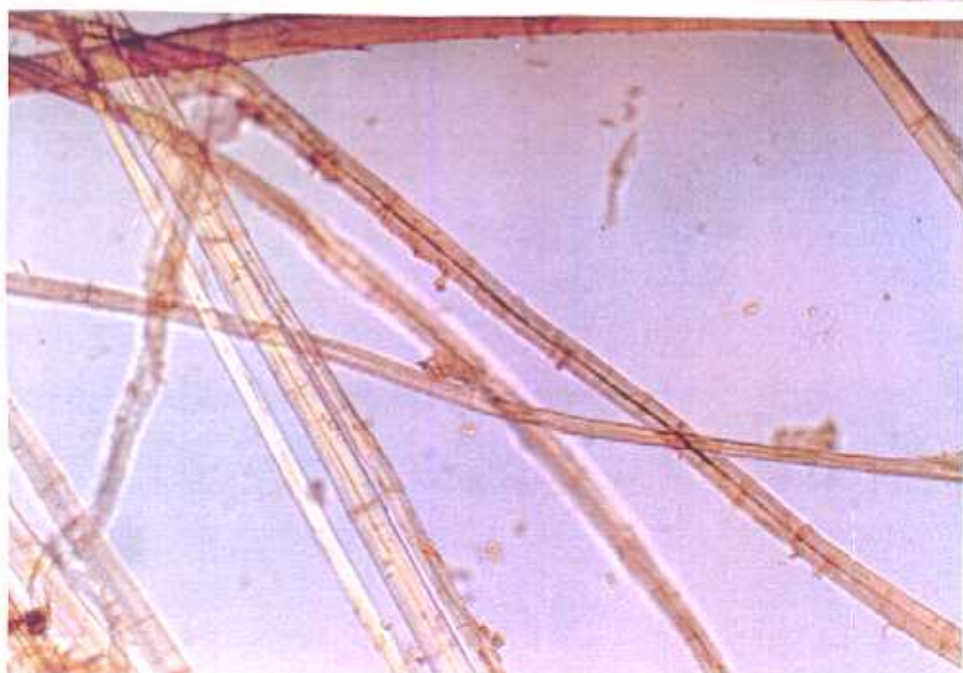


FOTO 3 y 4

TORSION DE LOS

HILOS : Z

ENTRAMADO:

Tafetán 1 x 1

Pel. FUJI CR 100
Nº: 17 y 18



PARAMETROS DEL HILO

Nº MUESTRA		T I T U L O			ds TEX — 10	DENIER g/9.000m.	NUMERO METRICO Nm m/1g.
		Ktex g/lm.	Ktex medio	TEX g/1.000m.			
U R D I M B R E	1	0'00825	0'00826	8'26	0'826	74'34	121'065
	2	0'00815					
	3	0'0084					
	4	0'00895					
	5	0'00755					
T R A M A	1	0'00935	0'01066	10'66	1'066	95'94	93'80863
	2	0'0093					
	3	0'0096					
	4	0'01295					
	5	0'0121					

Los adhesivos y formulaciones utilizadas para la realización de este test han sido:

Nº 1. Natural. Acuoso: GACHA. Proporciones:

Harina 1 parte

Agua 3 "

Coletta La correspondiente proporcionalmente a 100:300:75

Nº 2. Natural. Graso. CERA-RESINA. Proporciones:

Cera virgen 1 parte

Resina dammar 1 "

Nº 3. Sintético. PRIMAL AC234. Preparación:

Precipitar el Primal añadiendo Tolueno poco a poco removiendo hasta llegar a alcanzar la consistencia deseada.

Nº 4. Sintético. BEVA-371. Preparación:

Diluir el adhesivo por aplicación de calor.

Con cada una de las muestras se opera como si de un reentelado normal se tratase respetando para cada tipo de adhesivo las condiciones de manipulación habituales según sus propias características en lo que respecta a la aplicación de calor y presión a ejercer para que cada uno de ellos realice plenamente su función adhesiva. Posteriormente son sometidas a un envejecimiento acelerado.

El ensayo se ha realizado en dos veces pues la primera dió un resultado en cierto modo negativo ya que uno de los adhesivos (el nº 2 graso, formado por la mezcla de cera-resina) no resistió el test de envejecimiento lo que obligó a modificar la programación ya establecida siendo necesario repetir la operación introduciendo algunas variantes, que afectan a la preparación de las muestras y a la reestructuración de las condiciones bajo las que se había de desarrollar el ensayo que resultaron ser correctas. Ello permitió ampliar el período de envejecimiento a unos niveles aceptables en cuanto a su duración con lo cual el resultado puede ser considerado más aceptable.

En síntesis, la ejecución del test se desarrolla a través de los siguientes pasos:

- a) Preparación de las muestras de tela original y de refuerzo.
- b) Averiguar el peso de ambas antes de aplicar el adhesivo.
- c) Ejecución del reentelado aplicando el adhesivo.
- d) Pesar nuevamente el conjunto para averiguar el peso del adhesivo que ha sido necesario introducir para realizar la adhesión.
- e) Envejecimiento de las muestras reenteladas.
- f) Pesar las muestras después de envejecer, para constatar la pérdida de peso del conjunto.

Preparación de las muestras, reforzamiento con nueva tela y posterior envejecimiento.

De cada una de las telas en estudio se han cortado fragmentos de 6 x 5 cm. obteniéndose un total de 36 muestras consideradas como "tela original" utilizando el término equivalente con el reentelado normal; se les añade la tela de refuerzo del tipo "VELAZQUEZ" con unas dimensiones de 5 x 5 cm.

El conjunto formado por las dos telas se pesa con el fin de establecer un punto de partida objetivamente mensurable ya que hay otros aspectos producidos en el desarrollo del test cuya evaluación requiere fundamentalmente, el concurso de la observación visual para comprobar si se han producido o no cambios ópticos en su aspecto externo.

Seguidamente se procede a aplicar el adhesivo adecuando la técnica operatoria a las características de cada uno de ellos. Todos requieren la aplicación de calor — diferente en cada

caso — y presión hasta comprobar que se ha introducido la cantidad necesaria de adhesivo para asegurar la unión de las dos telas: es decir, que no se ha fijado "a priori" la cantidad de adhesivo a introducir.

La fusión de los productos adhesivos se ha realizado por medio de la espátula termorregulable y las diferentes temperaturas utilizadas quedan expuestas más adelante en las tablas de datos correspondientes a cada adhesivo.

Del mismo modo que un reentelado permanece durante un periodo X de tiempo sometido a presión a fin de asegurar la adhesión de las dos telas, también las muestras han recibido igual tratamiento durante un período de 67 h. 30 min., correspondiente a un fin de semana, observándose posteriormente en qué grado de impregnación se ha visto afectada la preparación por la posible penetración de los adhesivos. El resultado de esta comprobación de carácter exclusivamente visual es como sigue:

- a) Los adhesivos que impregnan el conjunto atravesando el espesor de las dos telas con lo cual podrían alcanzar a una hipotética película pictórica, son los núms. 1 y 2, adhesivos naturales acuoso y graso (gacha y la mezcla cera-resina respectivamente) y han afectado a las preparaciones como se indica a continuación:

Nº 1 GACHA.

. Ha traspasado un poco en la "M2T-MARRON".

- . La "M2-ALKIL" se ha despegado un poco en la esquina superior dcha.
- . La "373-TEMPLE" idem en la esquina superior izda.
- . La "M2T-MARRON" también se ha despegado un poco en el ángulo superior dcho.
- . La "66" tiene despegado solo el borde superior. (El adhesivo no ha llegado bien hasta el mismo extremo, como suele ocurrir en los reentelados. Es una circunstancia que no reviste la menor trascendencia para el resultado del test).

Nº 2 CERA-RESINA.

- . "M2-ALKIL": En la cara de la preparación ha aparecido una pequeña mancha de cera en la parte superior.
- . "373-TEMPLE": Se hace evidente la forma correspondiente a la zona de aplicación de la mezcla grasa.
- . "M2T-MARRON": El adhesivo ha penetrado bastante y se aprecia la mancha de la grasa de la cera en casi toda la superficie impregnada.
- . "AC22": Ha traspasado en la parte inferior y, además, brilla.
- . Las muestras "66" y LEVANTE-90" han reaccionado con una cierta similitud ante este adhesivo. La "66" absorbe mejor que la "LEVANTE-90" y en ambas ha traspasado el tejido y la preparación viéndose manchas de grasa en la cara de ésta.
- . "LEVANTE-25": Las dos manchas que presenta son debidas a que la cera se ha corrido; no ha traspasado.

- b) Los adhesivos que fundamentalmente realizan su función únicamente adhiriendo las telas sin penetrar a través de las capas de imprimación, son los núms. 3 y 4, adhesivos sintéticos. Las preparaciones ofrecen un aspecto totalmente limpio, sin el menor rastro de adhesivo.

Entre ambas sí se han producido algunas diferencias solamente referidas al revés del conjunto:

Nº 3: La tela de refuerzo ha quedado un poco manchada por la presencia del tolueno en la mezcla.

Nº 4: En algunas muestras aparecen pequeñas áreas de penetración de adhesivo BEVA afectando solo a la tela de refuerzo. Esto ha ocurrido en las muestras siguientes: "M2-ALKIL", "M2-OLEO", "AC-22", "LEVANTE-25" y "LEVANTE-90".

Una vez comprobado el aspecto adquirido por el conjunto formado por la muestra/adhesivo/tela de refuerzo, son pesados nuevamente con el fin de constatar la cantidad de adhesivo que ha sido necesaria en cada caso para que el mecanismo de la adhesión se haya resuelto óptimamente. La mayor o menor capacidad de absorción tanto de los tejidos como de las preparaciones, ha sido el factor principal en las diferencias observadas en las cantidades de los adhesivos que se han aplicado.

Envejecimiento acelerado. Las treinta y seis muestras han sido sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado durante

un período de 3.051 h. 40 min. en las siguientes condiciones:

CAMARA DE ENVEJECER: Estufa "SELECTA" mod. 209.

TEMPERATURA: 35-40°C. Ha sido programada en función de la cera ya que en la primera ocasión que se realizó el test (a 60°C) la cera-resina se despegó rápidamente. La temperatura de 40°C es más acorde con la realidad del exterior.

HUMEDAD: 100%. -

Rebasado el período prefijado para que se produzca un envejecimiento razonable de las muestras con los respectivos adhesivos, son pesados nuevamente, inmediatamente después de ser sacadas de la cámara o estufa con el fin de comprobar qué cambios se hayan podido producir tanto ópticamente como en la masa formada por los tres elementos: tela original + adhesivo + tela de refuerzo. Todas las pesadas se expresan en gramos.

En estas dos primeras tablas aparecen los pesos de las muestras antes y después de realizarse el reentelado o adición de adhesivo. Las diferencias entre ambas pesadas indica el peso del adhesivo o cantidad del mismo que ha sido preciso introducir para que la adhesión se haya producido con solidez.

TABLA XX

PESOS DE LOS ADHESIVOS NATURALES

MUESTRA	Tº C de fusión	ADHESIVOS NATURALES: PESO						Tº C de fusión
		GACIA			CERA RESINA			
		Sin adhesivo	Con adhesivo	Peso del adhesivo	Sin adhesivo	Con adhesivo	Peso del adhesivo	
M2-ALKIL	300º	1'973	2'5085	0'5355	2'002	3'209	1'207	200º
373-TEMPLE	300º	1'757	2'260	0'503	1'693	2'697	1'004	200º
M2-OLEO	300º	1'9185	2'4355	0'517	1'996	3'135	1'139	200º
M2T-MARRON	300º	2'071	2'6515	0'5805	2'053	3'107	1'054	200º
AC-22	300º	2'1775	2'6585	0'481	2'174	3'227	1'053	200º
66	300º	1'472	1'908	0'436	1'884	2'644	0'960	200º
LEVANTE-20	300º	1'796	2'268	0'472	1'885	2'813	0'958	200º
LEVANTE-25	300º	1'7215	2'181	0'4595	1'738	2'691	0'953	200º
LEVANTE-90	300º	1'806	2'235	0'429	1'861	2'821	0'960	200º

TABLA XXI

PESOS DE LOS ADHESIVOS SINTETICOS

MUESTRA	Tº C de fusión	ADHESIVOS SINTETICOS: PESO						Tº C fusión
		PRIMASL AC234			BEVA 371			
		Sin adhesivo	Con adhesivo	Peso del adhesivo	Sin adhesivo	Con adhesivo	Peso del adhesivo	
M2-ALKIL	150-200º	2'021	2'601	0'580	1'986	2'250	0'264	250º
373-TEMPLE	150-200º	1'758	2'344	0'586	1'760	1'986	0'226	250º
M2-OLEO	150-200º	1'947	2'4875	0'5405	1'964	2'438	0'474	250º
M2T-MARRON	150-200º	2'033	2'635	0'602	2'065	2'368	0'303	250º
AC-22	150-200º	2'107	2'8325	0'6255	2'190	2'550	0'360	250º
66	150-200º	1'501	2'0245	0'5235	1'470	1'897	0'427	250º
LEVANTE-20	150-200º	1'838	2'359	0'521	1'864	2'272	0'408	250º
LEVANTE-25	150-200º	1'768	2'2635	0'4955	1'764	2'062	0'298	250º
LEVANTE-90	150-200º	1'947	2'4875	0'5405	1'964	2'438	0'474	250º

Después de haber transcurrido el tiempo fijado para que se produzca el envejecimiento de las muestras con el adhesivo (o reenteladas), hay que comprobar el aspecto que ofrecen para constatar si han experimentado alteraciones que sean causa de variaciones en el color, textura, elasticidad, etc., que tenían inicialmente.

Las variaciones observadas afectan a los siguientes aspectos de las muestras envejecidas:

- 1º) Pérdida de peso del conjunto.
- 2º) Cambio de color de la preparación.
- 3º) Rigidez o pérdida de elasticidad.
- 4º) Solidez de la adhesión.
- 5º) Deformaciones.

Veamos cada una de ellas por separado. En primer lugar se ha comprobado la pérdida de peso experimentada por todas las muestras después de envejecer. Todas ellas han respondido de igual forma en cantidades diferentes; pero la pérdida real debe ser medida en las condiciones ambientales que se dan habitualmente en el lugar donde se realiza el experimento.

Por lo tanto, transcurrido un período relativamente amplio de tiempo con el que se posibilita que las telas o muestras recién salidas de la estufa se puedan acomodar a las condiciones del ambiente circundante, al producirse una reabsorción de humedad, las muestras experimentan la recuperación de una parte del peso perdido inicialmente. La cantidad de peso que recupe-

ran lo indican las pesadas subsiguientes efectuadas X horas después de ser sacadas de la estufa deduciendo ahí la pérdida real experimentada por las muestras al envejecer. En este caso, la segunda pesada se ha realizado en las siguientes condiciones:

Tiempo transcurrido	45 h.
Temperatura ambiente	22°C
HR ambiente	62%

En la tabla siguiente aparecen reflejadas las cantidades obtenidas en la pesada a que se hace referencia y los valores de ella deducidos.

TABLA XXII

**VARIACIONES EXPERIMENTADAS EN EL PESO
DESPUES DEL ENVEJECIMIENTO ACCELERADO**

MUESTRA	ADH	PESO DE LAS MUESTRAS (en gramos)			DIFERENCIAS COMPROBADAS (en gramos)		
		A	B	C	A-B	C-B	A-C
		Antes de en- vejecer	Al salir de la estufa	45 h. después ambiente	Pérdida Inicial	Recuperación al ambiente	Pérdida Real
M2-ALKIL	1	2'5085	2'2097	2'2288	- 0'2988	+ 0'0191	- 0'2797
	2	3'209	3'1942	3'207	- 0'0148	+ 0'0128	- 0'0002
	3	2'601	2'3192	2'3379	- 0'2818	+ 0'0187	- 0'2613
	4	2'250	2'2175	2'238	- 0'0325	+ 0'0205	- 0'012
373-TEMPLE	1	2'260	1'977	1'993	- 0'283	+ 0'016	- 0'267
	2	2'697	2'687	2'6961	- 0'01	+ 0'0091	- 0'0009
	3	2'344	2'463	2'1327	- 0'2277	+ 0'0164	- 0'2113
	4	1'986	1'967	1'9787	- 0'019	+ 0'02	- 0'0073
M2-OLEO	1	2'4355	2'163	2'1751	- 0'2725	+ 0'0121	- 0'2604
	2	3'135	3'117	3'1294	- 0'018	+ 0'0124	- 0'0056
	3	2'4875	2'2735	2'2851	- 0'214	+ 0'0116	- 0'2024
	4	2'438	2'4255	2'4362	- 0'0125	+ 0'0107	- 0'0018
M-2T-MARRON	1	2'6515	2'3007	2'3222	- 0'3508	+ 0'0215	- 0'3293
	2	3'107	3'0893	3'1033	- 0'0177	+ 0'014	- 0'0037
	3	2'635	2'4097	2'4298	- 0'2253	+ 0'0201	- 0'2052
	4	2'368	2'3407	2'3597	- 0'0273	+ 0'019	- 0'0083
AC-22	1	2'6585	2'413	2'4324	- 0'2455	+ 0'0194	- 0'2455
	2	3'227	3'2152	3'2138	- 0'0118	+ 0'0014	- 0'0188
	3	2'8325	2'5822	2'6034	- 0'2503	+ 0'0212	- 0'2503
	4	2'550	2'519	2'5375	- 0'031	+ 0'0185	- 0'0125
66	1	1'908	1'638	1'694	- 0'225	+ 0'011	- 0'214
	2	2'644	2'639	2'639	- 0'005	+ 0'0000	- 0'005
	3	2'0245	1'8775	1'8874	- 0'147	+ 0'0099	- 0'1371
	4	1'897	1'8807	1'8899	- 0'0163	+ 0'0092	- 0'0071
LEVANTE-20	1	2'268	1'9975	2'0143	- 0'2705	+ 0'0168	- 0'2537
	2	2'813	2'7943	2'8073	- 0'0057	+ 0'013	- 0'0057
	3	2'359	2'1738	2'1901	- 0'1852	+ 0'0163	- 0'1689
	4	2'272	2'2515	2'2559	- 0'0205	+ 0'0044	- 0'0161
LEVANTE-25	1	2'181	1'9155	1'928	- 0'2655	+ 0'0125	- 0'253
	2	2'691	2'678	2'6829	- 0'013	+ 0'0049	- 0'0081
	3	2'2635	2'0848	2'0953	- 0'1787	+ 0'0105	- 0'1682
	4	2'062	2'039	2'0494	- 0'023	+ 0'0104	- 0'0126
LEVANTE-90	1	2'235	1'9825	1'9951	- 0'2525	+ 0'0126	- 0'2399
	2	2'821	2'8078	2'8121	- 0'0132	+ 0'0043	- 0'0089
	3	2'278	2'1298	2'143	- 0'1482	+ 0'0132	- 0'1482
	4	2'057	2'031	2'042	- 0'026	+ 0'011	- 0'015

La coloración inicial de las preparaciones también se ha visto afectada por el envejecimiento ya que todas han experimentado, en diferentes niveles, un cambio de color que ha sido más acusado en las muestras conteniendo adhesivos naturales, tal como que da reflejado en la tabla siguiente:

TABLA XXIII

CAMBIOS DE COLORACION EN LAS PREPARACIONES

MUESTRAS	ADHESIVOS NATURALES		ADHESIVOS SINTETICOS	
	1 GACHA	2 CERA-RESINA	3 PRIMAL AC234	4 BEVA 371
M2-ALKL	Oscurecimiento levisimo	Amarilleo total. Es más fuerte el tono en la zona en que ha traspasado. Esta brilla.	Oscurecimiento levisimo	-
373-TEMPLE	Oscurecimiento levisimo	Amarilleo con tono más bien oscuro.	Huella leve	-
M2- OLEO	-	Oscurecimiento leve.	-	-
M2T-MARRON	Oscurecimiento apreciable	Muy afectado por la grasa de la cera.	Leve. Se notan más los poros de la preparación	Como la 3
AC-22	-	Leve amarilleo, Donde ha pasado, brilla.	-	-
66	La suciedad inicial no permite apreciar si se ha producido alteración cromática.	Leve oscurecimiento. Donde ha traspasado brilla.	-	-
LEVANTE-20	Oscurecimiento leve.	Oscurecimiento levisimo.	-	-
LEVANTE 25	Oscurecimiento leve.	Oscurecimiento levisimo.	-	-
LEVANTE-90	Oscurecimiento leve. (Hay suciedad del reentelado).	Oscurecimiento levisimo. Donde ha traspasado, brilla.	brilla en las zonas en donde ha traspasado.	-

Peor envejecimiento: Adhesivo graso CERA-RESINA.

Peor tela: Las LEVANTE y entre ellas, la LEVANTE-25.

Las consecuencias del envejecimiento acelerado han afectado a los niveles iniciales de elasticidad produciendo cierto grado de **rigidez o pérdida de elasticidad** y siendo notables, además las **deformaciones** experimentadas por las muestras.

Para expresar los dos tipos de alteración, se han establecido cinco niveles o grados que pueden reflejar un tanto objetivamente el resultado del proceso de envejecimiento:

Nulo	-
Muy leve	+
Baja	++
Media	+++
Alta	++++

TABLA XXIV
 PERDIDA DE ELASTICIDAD Y DEFORMACION

MUESTRAS	PERDIDA DE ELASTICIDAD				DEFORMACION				NIVELES DE DEFORMACION DE LAS MUESTRAS
	Adhesivos naturales		Adhesivos sintéticos		Adhesivos naturales		Adhesivos sintéticos		
	1 GACHA	2 CERA	3 PRIMAL	4 BEVA	1 GACHA	2 CERA	4 PRIMAL	4 BEVA	
M2-ALKIL	+++	++++	+++	+++	++	+++	++	+	BAJA
373-TEMPLE	++++	++++	+++	+++	++	++++	++	++	MEDIA
M-2 OLEO	++++	++++	++	++	+	+++	+	+	MUY BAJA
M-2T-MARRON	++++	++++	++++	++++	+	++++	+	++	BAJA-ALTA
AC-22	++++	++++	++++	++++	+	++	+	+	MUY BAJA
66	++	++++	-	-	++	+++	++	++	BAJA
LEVANTE-20	+++	++++	++	-	++	+++	+++	+++	MEDIA-ALTA
LEVANTE-25	+++	++++	+++	++	++	++++	++++	++++	
LEVANTE-90	++++	++++	+++	++	++	+++	+++	+++	
					BAJA	ALTA	BAJA-MEDIA	BAJA-MEDIA	
					NIVELES DE DEFORMACION DE LOS ADHESIVOS				

Primeras conclusiones

Respecto a los adhesivos, los resultados permiten enunciar que:

CERA-RESINA: Es el adhesivo que ha resultado **MAS RIGIDO**. Las muestras que lo contienen son las **MAS DEFORMADAS**.

GACHA: Sigue al anterior en nivel de rigidez que es un poco menos acusada. Las muestras que lo contienen han sufrido poca deformación a excepción de las "LEVANTE".

PRIMAL AC244: Menos rígida que la gacha. Las muestras que lo contienen han experimentado deformaciones **BAJAS** excepto las "LEVANTE".

BEVA-371: Es el **MENOS RIGIDO**. Las muestras que lo contienen han experimentado deformaciones **BAJAS** a excepción de las "LEVANTE".

Observando el revés de las muestras reenteladas y envejecidas se constata que se mantienen las manchas producidas inicialmente en el momento de ser aplicados los adhesivos. Las de la muestra nº 3 probablemente son debidas al tolueno.

A la vista de los datos recogidos de la observación visual realizada sobre las muestras tratadas con adhesivos para conocer su respuesta ante los agentes exteriores a ellas causantes de los diversos niveles de degradación experimentados, se puede enunciar lo siguiente:

Pérdida de elasticidad. El adhesivo graso (cera-resina) es el que ofrece el grado más elevado de rigidez en todas las muestras. En orden decreciente le siguen: Gacha (acuoso) y los sintéticos PRIMAL AC-234 y BEVA-371.

Deformaciones. Aquí conviene distinguir dos aspectos dentro de la misma cuestión:

a) Deformación según el tipo de adhesivo. Respecto a la experimentada por las muestras tomando en consideración principalmente a los adhesivos, se puede enunciar que los niveles de deformación son:

Deformación BAJA	Adhesivo NATURAL ACUOSO: GACHA
Deformación BAJA-MEDIA	" SINTETICOS: PRIMAL, BEVA
Deformación ALTA	" NATURAL GRASO: CERA-RESINA

En lo tocante a la deformación experimentada por los tejidos (original + el de refuerzo) los niveles de deformación en orden ascendente son:

b) Deformación según los diferentes tejidos de las muestras. En este sentido, los niveles observados en la deformación según un orden ascendente son:

Deformación MUY BAJA	Muestras: AC-22/M2-OLEO
Deformación BAJA	" M2-ALKIL/66/M2T-MARRON
Deformación MEDIA	" 373-TEMPLE
Deformación ALTA	" Las LEVANTE 20-25-90 (ésta la peor)

Respecto a la solidez de la adhesión se puede decir que, en general, el mecanismo propio de esta función ha resistido las condiciones en las que se ha realizado el ensayo.

Suele ser frecuente en el reentelado de las pinturas sobre tela que la adhesión de los bordes del soporte original sea más deficiente que en el resto de la superficie del cuadro, hecho debido exclusivamente a que en ellos se aplica menos cantidad de adhesivo contando con el desplazamiento que se produce hacia esas zonas procedente de la expansión del aplicado en las partes centrales al ejercer la presión adecuada para favorecer el proceso. Aquí se ha operado igual y ésta ha sido la causa de que algunos bordes de las muestras aparezcan un poco despegados porque en su momento recibieron menos directamente el adhesivo y el expandido, no lo ha sido en cantidad suficiente como para asegurar la adhesión.

Por lo demás, las muestras se han mantenido bien adheridas a la tela de refuerzo.

La documentación fotográfica que ilustra el estado de las muestras al salir de la estufa, se encuentra en la LAMINA LVII. Las deficiencias antes apuntadas en el proceso de positivado de la fotografía en color, impiden que la documentación fotográfica de este ensayo sea más abundante. Se ha escogido la foto presentada porque evidencia bastante bien las diferentes deformaciones experimentadas por las muestras.

4.2.4. Test de estabilidad ante la acción de la luz solar

Finalmente, las muestras son sometidas a un último ensayo consistente — como lo indica el enunciado de este punto — en comprobar por medio de la simple observación visual, el comportamiento de las muestras de las telas en estudio ante la acción continuada de la luz solar incidiendo directamente sobre ellas a través de un cristal.

El fenómeno a observar es el de la **fotodegradación** o **foto-deterioramiento**. La luz, tanto si es natural como artificial, provoca mecanismos de degradación muy complejos (que aún no están muy bien estudiados) que pueden conducir a fenómenos de fotólisis, fotooxidación y fotosensibilización. La energía que absorbe un material investido de luz, acelera todas las reacciones agravando procesos de degradación: en la molécula que absorbe energía, se excita un electrón pudiéndose transferir a otra órbita diferente con lo cual se va produciendo el fenómeno de la fotooxidación.

Si la energía es fuerte, como la de la radiación UV, puede causar rotura de algunos enlaces químicos provocando reacciones fotoquímicas con la consiguiente decoloración del material al decolorarse las sustancias orgánicas como ocurre, por ejemplo, en algunas estructuras moleculares complejas de barnices y colas en donde el oxígeno, al formar nuevos enlaces entre las moléculas puede provocar la formación de grupos **cromóforos** (del gr. "hromos" = color + "foreo" = llevar) que se encuentran en algunos colorantes y son los causantes del oscurecimiento de

tales sustancias, pues cuanto más elevado sea su número se intensifica el color. En el caso que afecta a los materiales pictóricos, producen un antiestético cambio de color.

La consecuencia de este fenómeno se constata al contemplar la alteración cromática que han experimentado algunas de las muestras objeto del test, siendo muy acusada en las correspondientes a las telas M2-OLEO, LEVANTE-20 y, en menor grado las LEVANTE-20 y LEVANTE-25 respectivamente y aún menos, la AC-22. En ellas, la franja que ha recibido la luz es la que aparece más blanquecina al haberse decolorado los materiales de la preparación.

En la lámina LVIII se expone la documentación fotográfica de este test con la alteración sufrida por las muestras que responden a la siguiente situación según el esquema adjunto.

La alteración no solamente ha afectado a la preparación sino que alcanza a algunos de los productos utilizados en el test de consolidantes, especialmente las pruebas nº 4 de la M2-OLEO (correspondiente a la cola de conejo) y nº 19 en la LEVANTE-20 (correspondiente a la pentaclorofenato de sodio).

M2-A 373-T M2T-M		AC-22
AC-22	M2-0	373-T
	66	66
L-90		
L-25	L-20	

Esquema para situar esquemáticamente las muestras en la lámina LVIII:

Izquierda: test de estabilidad ante la luz.

Derecha: envejecimiento de consolidantes.

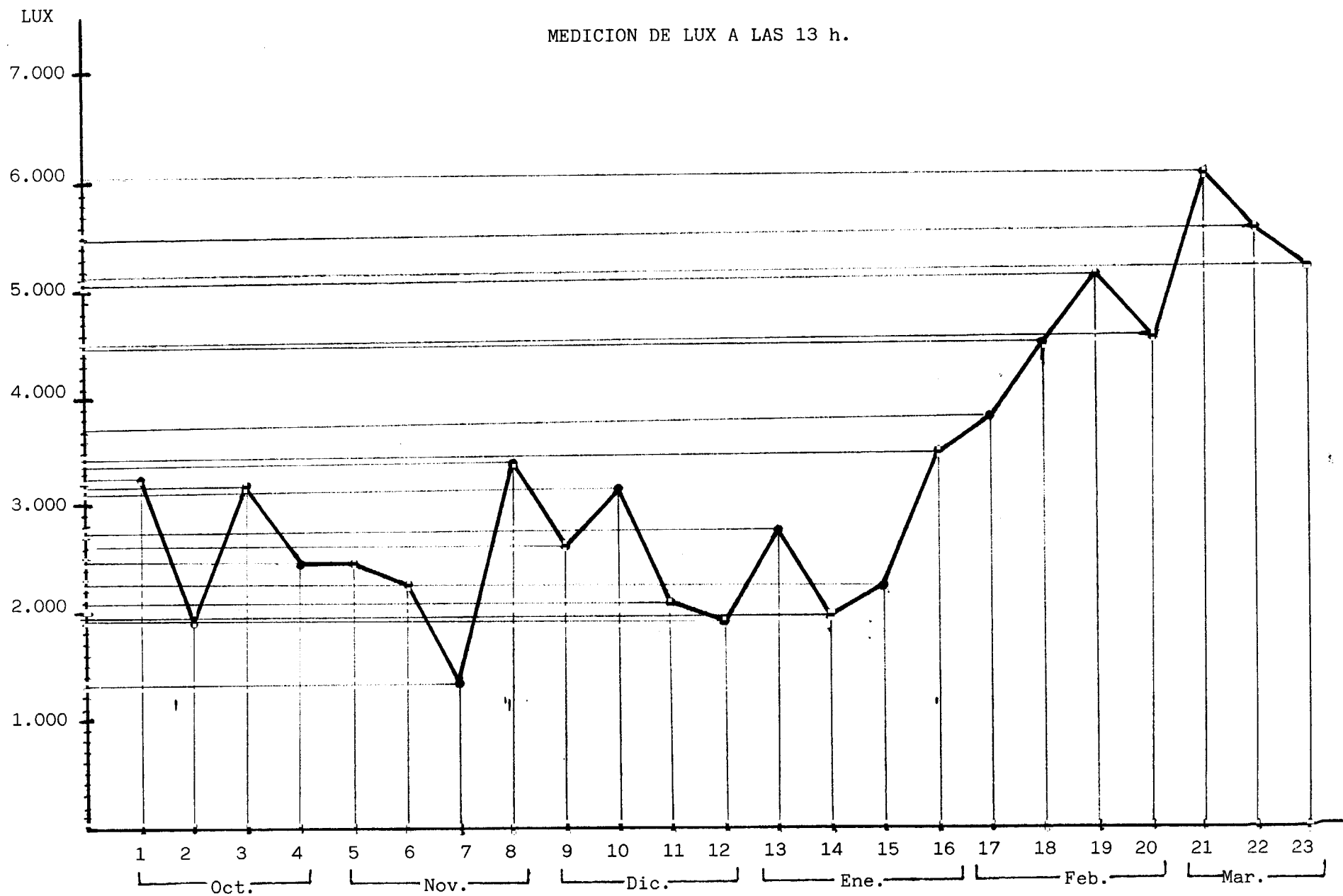
La degradación total observada en las preparaciones de algunas muestras se ha producido en un período de exposición comprendido entre las fechas 9 de Octubre 1.991/13 de Abril 1.992, lo que da un total de 188 días de exposición incluidos en una parte del otoño y todo el invierno, que ha sido seco y soleado. La gráfica expresa rotundamente el aumento en la intensidad de la radiación luminosa — al aumentar el número de lux semanalmente — que va progresando a medida que avanza el invierno, coincidiendo con el avance diario de las horas de luz.

De las mediciones diarias realizadas a las 13h. (equivalentes al mediodía solar), la media semanal en las cantidades de lux medidas son las siguientes:

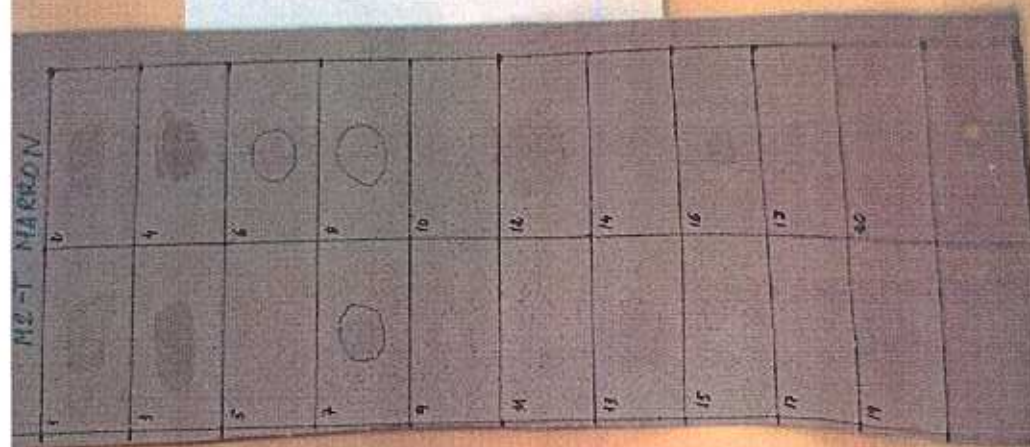
Octubre.....	Semana	1:	3.233	lux
	"	2:	1.914	"
	"	3:	3.137	"
	"	4:	2.479	"
Noviembre	Semana	5:	2.488	"
	"	6:	2.250	"
	"	7:	1.305	"
	"	8:	3.359	"
Diciembre ...	Semana	9:	2.595	"
	"	10:	3.092	"
	"	11:	2.091	"
	"	12:	1.195	"
Enero	Semana	13:	2.737	"
	"	14:	1.938	"
	"	15:	2.246	"
	"	16:	3.396	"
Febrero	Semana	17:	3.705	"
	"	18:	4.450	"
	"	19:	5.042	"
	"	20:	4.475	"
Marzo	Semana	21:	6.024	lux
	"	22:	5.468	"
	"	23:	5.110	"

TEST DE ESTABILIDAD ANTE LA ACCION DE LA LUZ SOLAR

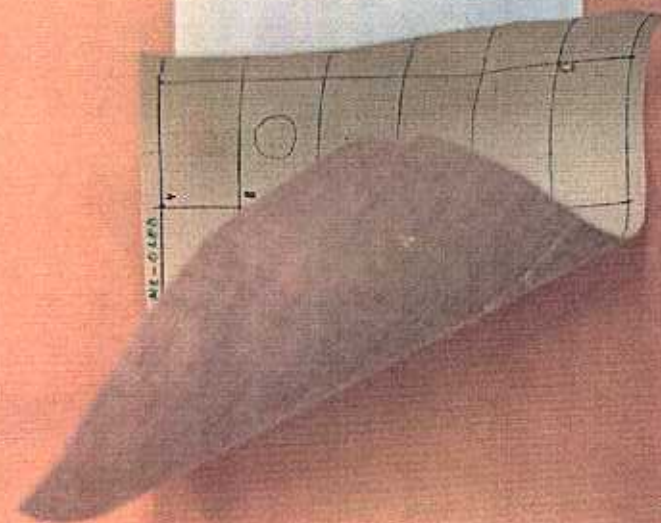
MEDICION DE LUX A LAS 13 h.



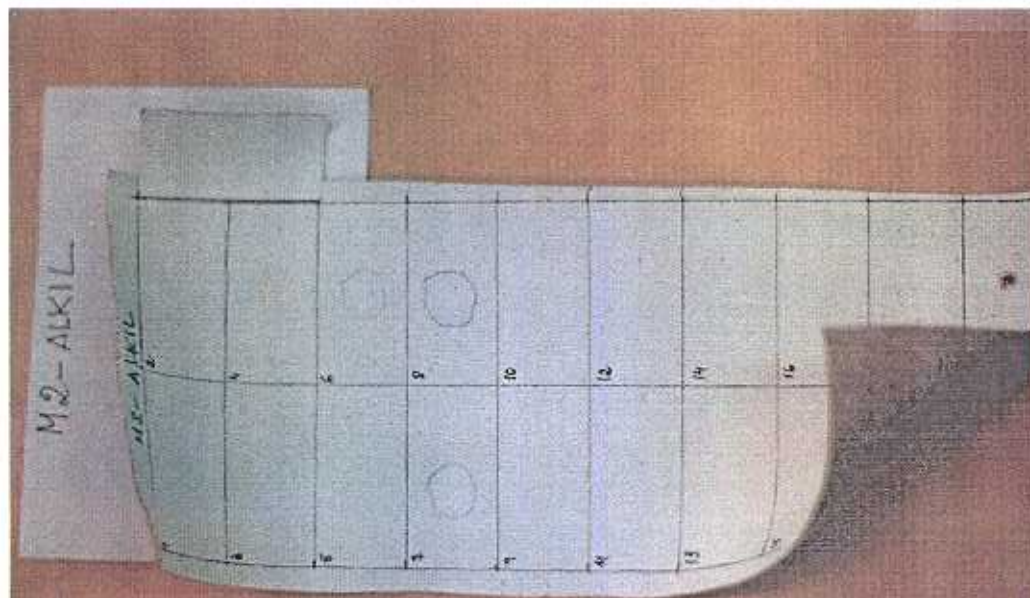
M2T-MARRON



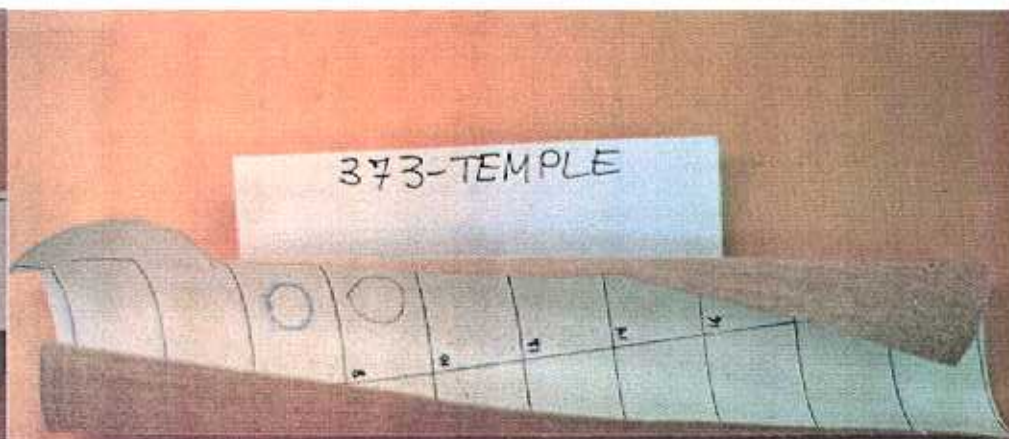
M2-OLEO

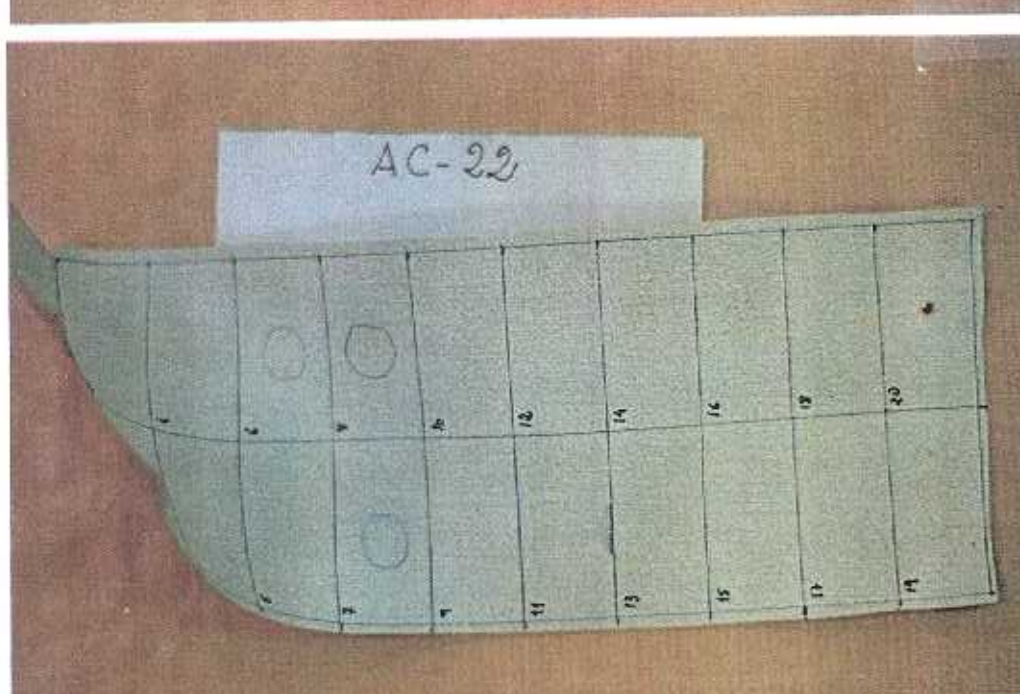
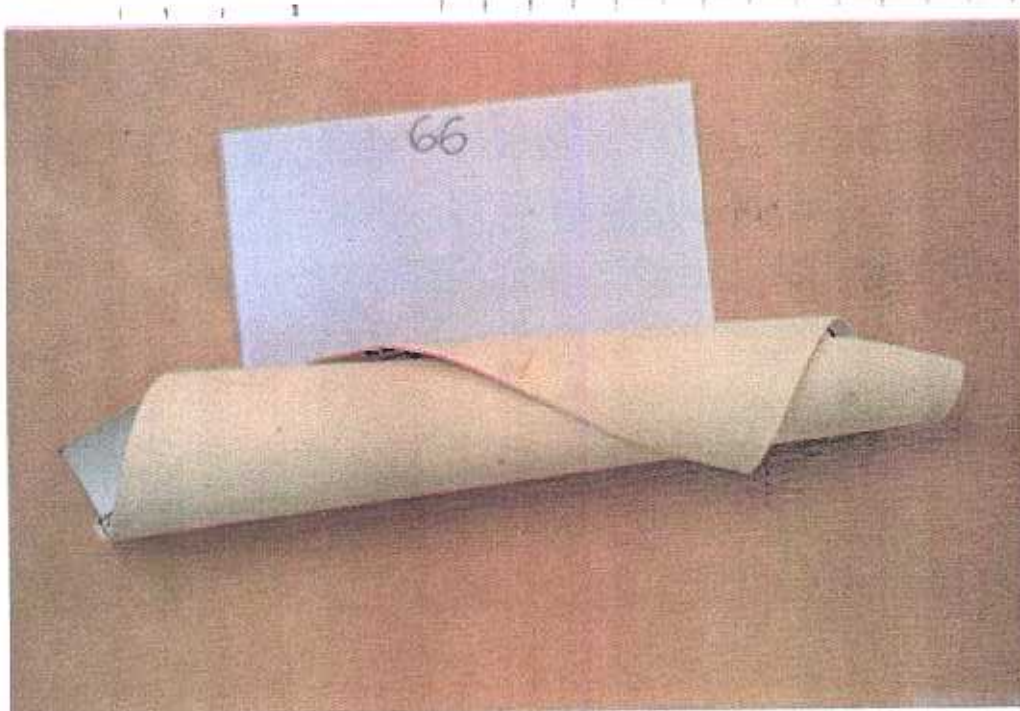


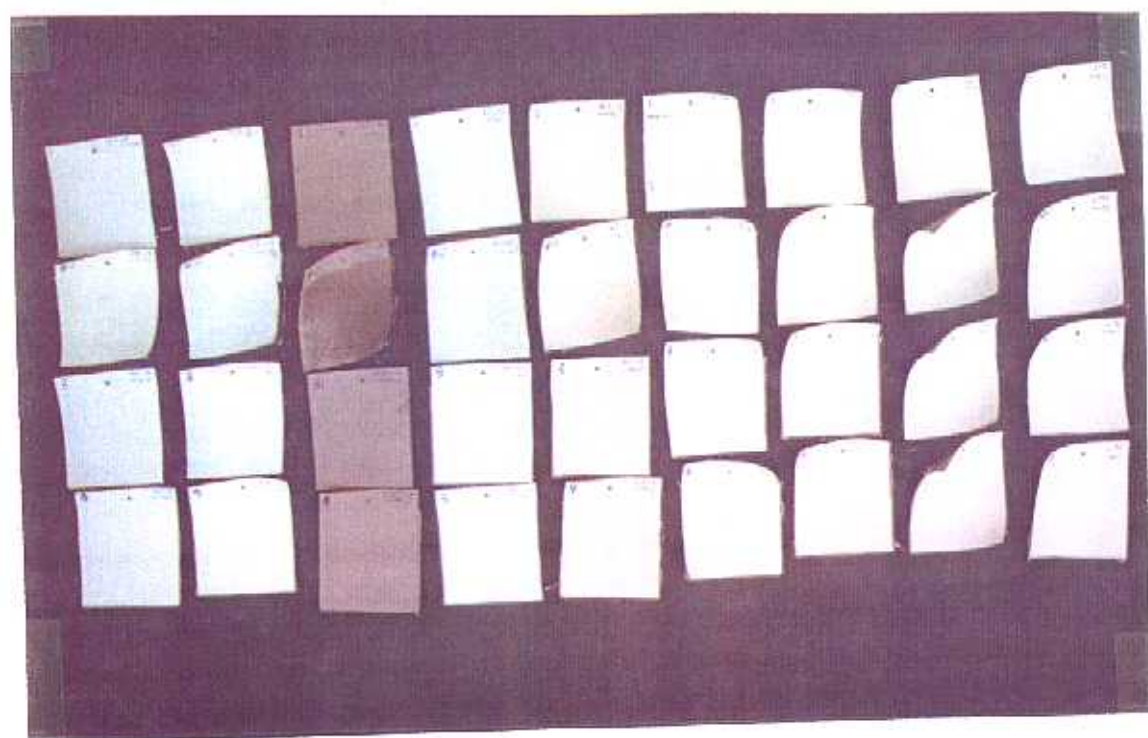
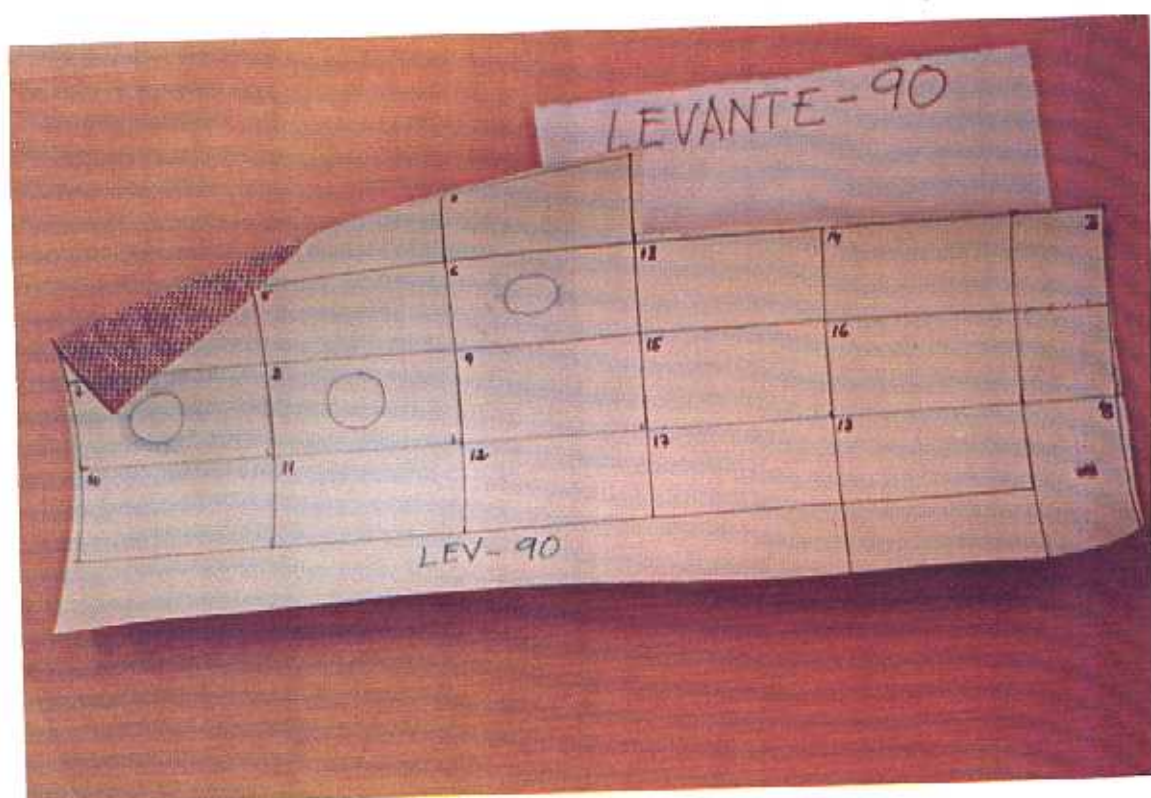
M2-ALKIL

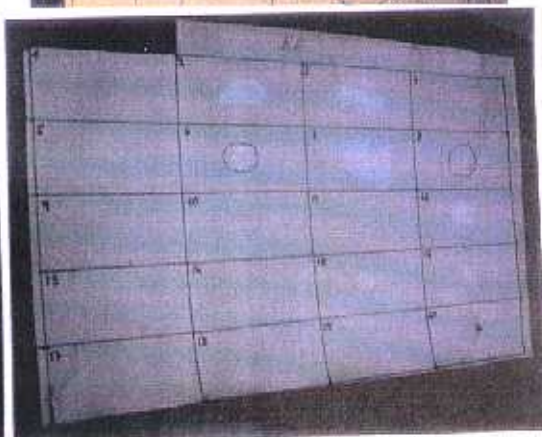
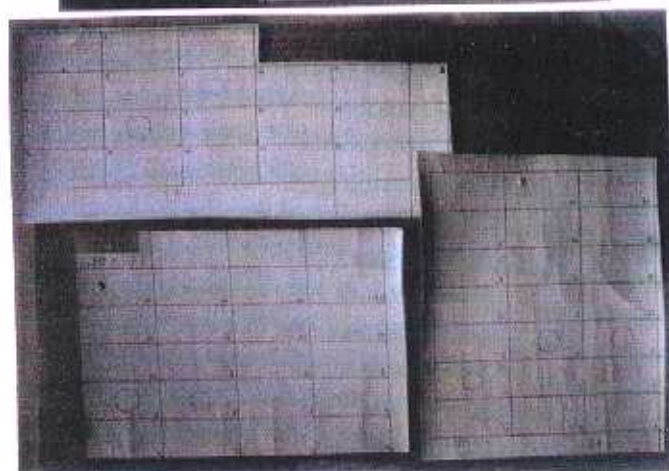
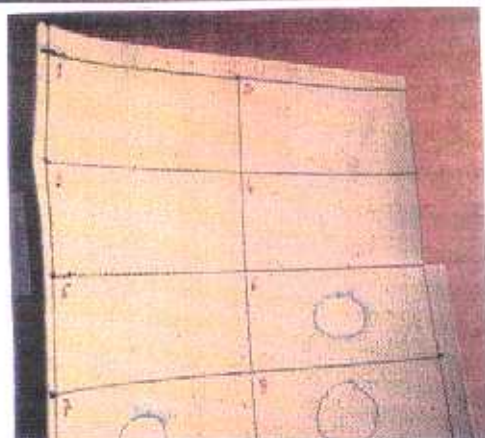
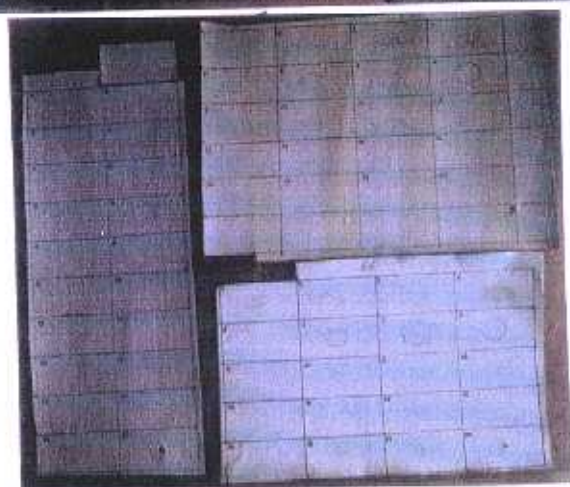
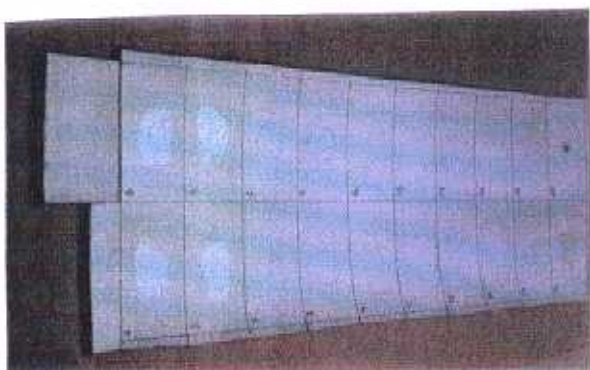
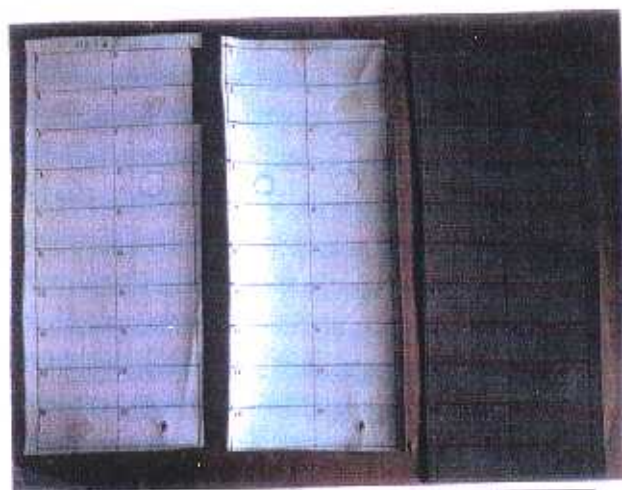


373-TEMPLE









TEST DE ESTABILIDAD ANTE LA ACCION DE LA LUZ

Aspecto que han tomado las muestras después de ser sometidas a la acción de la luz solar durante un período prolongado de tiempo. Es evidente la decoloración experimentada por algunas de las muestras.

TEST DE ENVEJECIMIENTO DE LOS
CONSOLIDANTES

Las muestras que han tenido peor respuesta a la aplicación y envejecimiento de los productos consolidantes, evidencian brillo acusado en su superficie. Son las que corresponden a las telas

AC-22 (superior)

373-TEMPLE (Centro)

66 (inferior)

CONCLUSIONES

C O N C L U S I O N E S

1. CONCLUSIONES SOBRE CINCO SOPORTES TEXTILES CON IMPRIMACION DE CINCO PINTORES DEL SIGLO XIX

A lo largo de este estudio se ha visto cómo se ha producido la incorporación del material textil al conjunto estético denominado CUADRO hasta el punto de que, en ciertos momentos de la historia de la pintura eclipsó a otros materiales en su función de soporte de la materia pictórica. Y ello fué debido a las cualidades o características de este material consideradas muy favorables por los pintores para incluirlo como base sustentadora de sus producciones artísticas.

Sin embargo, tradicionalmente ha recibido escasa atención aceptándose su funcionalidad sin cuestionarla en modo alguno. Cabría esperar que una época, como fué el siglo XIX, que marcó el comienzo de la industrialización de la actividad humana y sentó las bases de los avances en la investigación, dedicara también su interés hacia este material integrante de un cuadro, de la misma forma que estudió la materia pictórica bajo el prisma analítico. Pero no ocurrió así.

Una primera conclusión se puede enunciar y es que, en la avanzadilla de la revolución estética ocurrida con el Impresionismo del siglo XIX, moviéndose en un ambiente con tendencia a cuestionar muchos principios aceptados anteriormente y donde se iniciaba el

despertar del interés científico por las producciones artísticas se ha visto que, de los tres elementos integrantes de un cuadro—soporte/imprimación/película pictórica—, es el más superficial, el que se ofrece a la vista sin cortapisas, el que acapara el interés de los estudiosos mientras que los grandes perdedores son los dos estratos inferiores, especialmente el soporte textil, a los que se les dedica una atención mínima, meramente testimonial.

Ese desinterés no es justo porque de todo revulsivo que fué el arte del siglo XIX surgió el arte actual encadenándose a él de la misma forma que él derivó de otras tendencias anteriores. Sin embargo, el arte de nuestra época le debe mucho a la pintura del XIX ya que las libertades actuales en el campo concreto de la pintura, no habrían alcanzado los niveles en que se mueven sin el antecedente de ruptura con el arte oficial ocurrido entonces.

En el aspecto estrictamente material, aquella liberalidad supuso la aceptación del empleo de materiales heterogéneos —incluidos los textiles del soporte— en la producción—estética suministrados por la industria sin que nadie cuestione su bondad o maldad, siendo ésa una de las causas de los males que aquejan a la pintura de la época, todo ello agudizado en la producción artística de la época actual, rabiosamente heterodoxa con la materia pictórica.

Con la intención de subsanar aunque solo sea testimonialmente la ausencia de rigor científico demostrado por tantos relatores del arte del siglo XIX, así como para penetrar un poco en la materialidad de algunas obras de esa época, precursoras de las actuales como

ARTE y como PROBLEMA DE CONSERVACION, es por lo que se ha afrontado el estudio de un reducido número de muestras de soportes textiles imprimados de cinco pintores típicos del XIX con los resultados expresados en su lugar (ver 3.3. y 3.4.2 y cuadro pág. 462).

De los resultados obtenidos en los análisis efectuados sobre dichas muestras textiles, a modo de recopilación escueta, he aquí la exposición sucinta de los resultados que aparecen en el lugar indicado:

TEJIDO

- Predominio de la fibra de lino en la composición del tejido. Solamente aparece mezclado con algodón en una de las muestras analizadas.
- Hilos con torsión Z.
- Estructura textil: TAFETAN 1 x 1.
- Densidad del tejido: Variable.

IMPRIMACIONES

- Inclusión de materias grasas como aglutinante en todas las imprimaciones en proporciones variables; desde cantidades pequeñas, pasando a formar parte del 50% del total de la imprimación hasta llenarla de modo absoluto. Esto constituye una novedad en el capítulo de las imprimaciones respecto a épocas anteriores.
- Por lo que se refiere a pigmentos utilizados como materia de carga, predomina el BLANCO DE PLOMO y la CALCITA, ambos usa-

dos tradicionalmente en las imprimaciones.

Realmente, cinco muestras no son representativas en modo alguno de un conjunto amplio de elementos que forman parte del mismo colectivo por lo que es impensable aplicar unas deducciones extraídas de estos resultados a un colectivo mayor. Unicamente cabe comparar los resultados de los análisis realizados sobre estas cinco muestras entre sí a la vista de lo que se indica sobre su estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACION	MUESTRA	TEJIDO		IMPRIMACION	
		Fibra	Densid.	Aglutinante	Pigmento
BUENO	1	Lino	484	Proteína Poca grasa	Blanco plomo Barita
	3	Lino	224	Proteína Grasa: 50%	Calcita
REGULAR	2	Lino	650	Proteína Poca grasa	Blanco plomo Calcita
DEFICIENTE	4	Lino	140	Oleo	Blanco plomo Calcita

Curiosamente se da la mejor conservación en cuadros cuyos soportes textiles tienen una densidad media y una mezcla equilibrada de materias proteicas y grasas en los aglutinantes de la imprimación, mientras que la naturaleza de los pigmentos blancos que integran la materia de carga no parece que tengan incidencia en el resultado final a través del tiempo.

Es arriesgado aventurar la inter-relación de los parámetros materiales estudiados y su influencia más o menos directa en el

estado de conservación de los cuadros a que pertenecen porque, salvo en lo referente al número 4, se desconocen las circunstancias que han rodeado al devenir de las obras y que han podido influir en grado diverso sobre aquéllas. La causa de los daños que han aquejado al cuadro nº 4 han sido fundamentalmente ajenos a su propia naturaleza puesto que, según testimonio de su propietario, durante cinco años recibió la acción degradante de un foco cercano de calor (permaneció colgado de una chimenea que se encendía durante todo el invierno) que, con toda probabilidad, influyó poderosamente en el acelaramiento de un proceso negativo.

Volviendo a resumir las conclusiones para estas cinco obras de pintura del siglo XIX:

1. Predominio de la fibra de LINO en el tejido del soporte.
2. Aparición del ALGODON como integrante del tejido.
3. Inclusión de materias grasas (OLEO como aglutinante en todas las imprimaciones.
4. Mantenimiento de PIGMENTOS TRADICIONALES en la materia de carga de la imprimación.

2. CONCLUSIONES SOBRE NUEVE MUESTRAS COMERCIALES DE SOPORTES TEXTILES IMPRIMADOS

Teniendo en cuenta que el calificativo de "bueno", "malo", "regular", etc., se establece tomando como modelo una valoración inicial que sirva de referencia objetiva para medir con ella todos

los demás resultados, en el caso de valorar los que se han obtenido después de aplicar sobre las muestras una serie de parámetros y de ser sometidas a diferentes microanálisis y test, topamos con un vacío en el punto de partida: ¿Cuál es el punto de referencia que sirve como modelo para evaluar las características que se han hecho evidentes en las muestras estudiadas?.

Ya se ha indicado a lo largo del capítulo experimental que comienzan a aparecer algunas publicaciones en las que se da cuenta de experimentos, test, etc. que se aplican a materiales textiles desde el punto de vista de su funcionalidad como soporte de las pinturas y como material de refuerzo de pinturas degradadas por defectos del soporte textil. Pero son limitadas. Aún no han llegado a formar un núcleo compacto con resultados definitivos, no se ha establecido una metodología más o menos standard aplicable a todas las telas para pintar y/o reentelar, no se han sistematizado los resultados parciales que se van consiguiendo. Cada investigador se plantea su propia línea de trabajo.

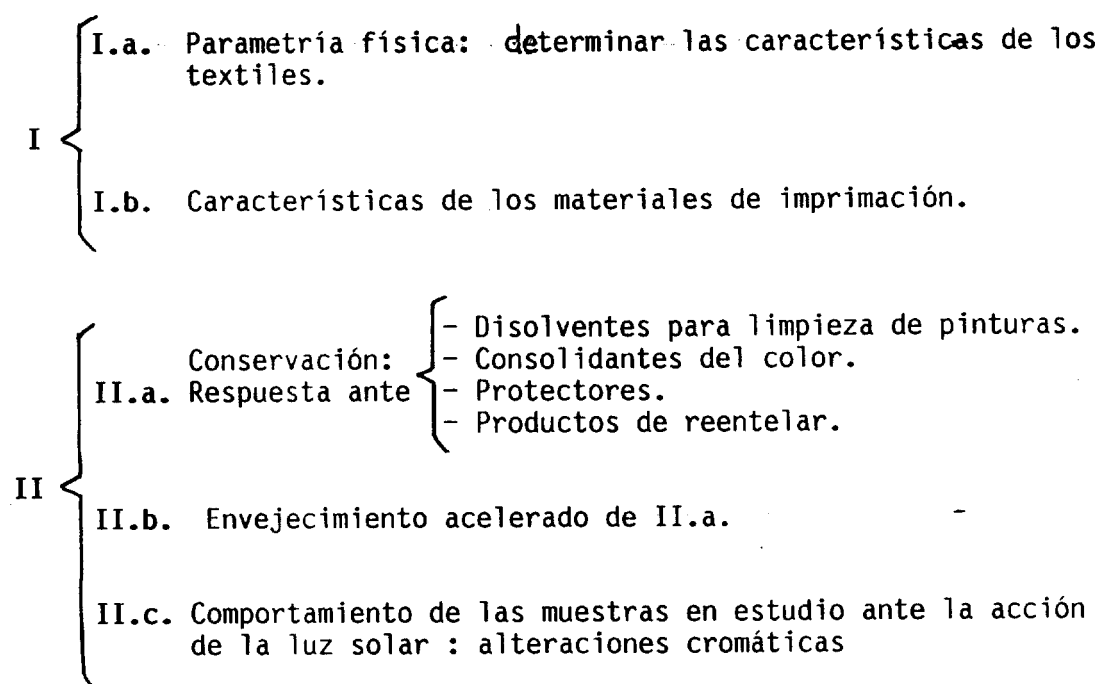
Así pues, no hay un modelo aceptado como válido con el que se pueda realizar la necesaria comparación a partir del cual poder enunciar que las telas aquí estudiadas merezcan un calificativo determinado. La única vía abierta es la de establecer comparaciones entre ellas. Y es lo que se va a hacer a partir de ahora para poder enunciar un resultado objetivo. Tomando esta realidad como punto de partida, es decir "0", llegado el momento de exponer las conclusiones derivadas del estudio realizado sobre muestras de telas impresas para pintar, conviene separarlas en dos bloques diferentes puesto que la naturaleza de las pruebas a que han sido sometidas

también lo ha sido en función de la finalidad a la que puedan ser destinadas las telas que nos ocupan.

En primer lugar se ha procedido a estudiar y analizar el material textil como tal por una parte y su imprimación por otra, todo ello dentro del bloque de pruebas que se puede denominar **APARTADO-I.**

En segundo lugar, se han sometido estos textiles imprimados a la acción de diversos productos utilizados en el tratamiento de conservación/restauración de pinturas sobre tela, seguido de posterior proceso de envejecimiento acelerado intentando con ello obtener una aproximación a la que podría ser considerada como su respuesta en condiciones X a lo largo del tiempo. De aquí se intentará extraer las conclusiones oportunas que den una idea aproximada u orientativa de cuál podría ser su comportamiento real en el tiempo. Este segundo bloque de pruebas engloban el **APARTADO-II.**

El esquema de pruebas realizadas es como sigue:



2.1. Conclusiones de parametría física. (APARTADO-I)

Una cualidad importante desde la óptica del conservador-restaurador de obras de arte en lo tocante al tratamiento de pintura sobre lienzo, es la valoración de la capacidad de resistencia de una tela ante la agresión de los agentes de naturaleza mecánica exteriores al cuadro.

Ya se ha visto que al pintor, por razones diversas, no le causa especial preocupación la conveniencia de indagar cuestiones relacionadas con la naturaleza físico-química de las telas que elige como soporte de sus cuadros ya que su interés principal va dirigido hacia la ejecución de la obra. El tiempo se encarga de poner en evidencia las características del material textil, tanto si son buenas como si no lo son, y la parte que le corresponda en la conservación del cuadro.

Entre todo el conjunto de cualidades de una tela que va a recibir una pintura, hay una muy importante por la trascendencia que le corresponde dentro de las condiciones que rodearán la vida del cuadro: es la RESISTENCIA ANTE FUERZAS MECANICAS que tienden a producir deformaciones que, muchas veces terminan en rotura, con la consiguiente degradación que ocasionan a la pintura que sustentan.

Veamos, entonces, de entre las telas imprimadas que se han estudiado aquí, la posible relación existente entre algunos parámetros físicos y las cargas que ha sido necesario aplicar para llegar a producir la rotura del tejido con los diferentes

porcentajes de alargamiento que se han constatado:

En primer lugar, se han agrupado las telas según tres aspectos diferentes atendiendo a su procedencia con el fin de establecer condiciones lo más homogéneas posibles entre ellas:

1º. Telas imprimadas y vendidas por "MACARRON, S.A.". A este grupo pertenecen las denominaciones comerciales:

M2-ALKIL
373-TEMPLE
M2-OLEO
M2T-MARRON

2º. Telas vendidas por "MACARRON, S.A.", pero no imprimadas por él. A este grupo pertenecen las denominaciones comerciales:

AC-22
66

3º. Telas vendidas e imprimadas por la casa "LEVANTE". A este grupo pertenecen las denominaciones comerciales: -

LEVANTE-20/LEVANTE-25/LEVANTE-90
LEVANTE-16 (en crudo; sin imprimir)

2.1.1. Determinación de calidades/grupo de muestras - CONCLUSION 1

En primera instancia, se hace una comparación entre todas ellas tomando como término de referencia los parámetros:

FIBRA / DENSIDAD / PESO / ESPESOR / CARGA/ % ALARGAMIENTO

Todos ellos referidos a las telas con imprimación. En el caso de CARGA y ALARGAMIENTO se toma como valor medio de los sentidos urdimbre y trama:

GRUPO 1º

MUESTRA	FIBRA	PESO g/m2.	ESPESOR mm.	DENSIDAD	CARGA kg/cm.	ALARGAMIENTO %
M2-ALKIL	Lino	431'60	0'602	210	136'23	12'38
373-TEMPLE	Lino	331'55	0'463	289	131'92	11'3
M2-OLEO	Lino	393'65	0'539	196	139'47	10'79
M2T-MARRON	Lino	446'39	0'584	156	133'15	9'85

GRUPO 2º

MUESTRA	FIBRA	PESO g/m2.	ESPESOR mm.	DENSIDAD	CARGA kg/cm.	ALARGAMIENTO %
AC-22	Lino	469'65	0'583	102	145'65	7'82
66	Algodón	246'22	0'314	143	27'40	7'95

GRUPO 3º

MUESTRA	FIBRA	PESO g/m2.	ESPESOR mm.	DENSIDAD	CARGA kg/cm.	ALARGAMIENTO %
LEVANTE-20	Lino	356'75	0'399	120	113'85	6'73
LEVANTE-25	Poliéster Viscosa Algodón	316'65	0'443	132	56'55	14'3
LEVANTE-90	íd.	358'25	0'446	132	48'32	14'3

Grupo 1º

Observando los datos correspondientes a los parámetros indicados, de las cuatro muestras la que ofrece mejores resultados es la **M2T-MARRON** por las razones siguientes:

- La menor DENSIDAD indica que sus hilos son más gruesos y, por consiguiente, más pesados de lo que cabe esperar que ofrecerán mayor resistencia ante las fuerzas de tracción.
- Su PESO y ESPESOR elevados (el peso es el mayor de los cuatro) ofrecen mayor resistencia a la carga siendo ésta una de las causas — entre otras posibles — de un porcentaje más bajo en el alargamiento.

Estas son, fundamentalmente, las causas lógicas del mejor resultado de esta muestra ante la carga ejercida ya que todo el grupo incluye la fibra de lino en exclusiva como integrante del textil por lo que este parámetro carece de poder determinante en el resultado.

Grupo 2º

En el caso de las dos muestras vendidas por "MACARRON" pero no imprimadas por él sino por el fabricante, las diferencias son tan claras que por sí mismas hacen evidente la clasificación de valores: la mejor es la **AC-22**.

Grupo 3º

La comparación de los resultados obtenidos de la aplicación

de los tres parámetros indicados a estas tres muestras de la casa "LEVANTE" permite enunciar que, de las tres, la mejor es la "LEVANTE-25" y "LEVANTE-90".

De la simpe contemplación de todos los parámetros aplicados, se deduce sin lugar a dudas el mejor comportamiento de la LEVANTE-20 por una serie de razones:

Su menor DENSIDAD indica que tiene relación directa con el TITULO del hilo dando, en general, un PESO alto si bien su ESPESOR es el menor, cosa que — a la vista del conjunto de cifras — puede ser imputado a un menor espesor de la imprima-
ción (que no se ha podido medir en ninguna de las tres por lo cual la deducción no pasa de ser mera hipótesis aunque con visos de certeza).

Estos tres parámetros le confieren cierta resistencia que se ve corroborada al constatar la CARGA media que ha sido aplicada (la mayor) para obtener el menor porcentaje de alargamiento de las tres.

A destacar un dato: su tejido está integrado exclusivamente por LINO.

Sabido es que la mezcla de fibras (aunque sean razonadamente compensadas las proporciones de unas y otras) da un tejido no tan bueno como el que está integrado exclusivamente por lino, hecho conocido desde siempre por el pintor. Lo cierto es que, de las tres muestras "LEVANTE", la que podría ser catalogada como peor es la "LEVANTE-90" pues, tanto en urdimbre como

en trama, lleva mezcla de tres fibras diferentes.

CONCLUSION 1

Ordenamiento de calidades en tres grupos:

Grupo 1º: Telas vendidas e imprimadas por "MACARRON, S.A.":

1ª: M2T-MARRON

2ª: M2-OLEO

3ª: 373-TEMPLE

4ª: M2-ALKIL

Grupo 2º: Telas vendidas por "MACARRON, S.A." imprimadas por el fabricante:

1ª: AC-22

2ª: 66

Grupo 3º: Telas de la firma "LEVANTE":

1ª: LEVANTE-20

2ª: LEVANTE-25

3ª: LEVANTE-90

Mejores telas: M2T-MARRON / AC-22 /LEVANTE-20

2.1.2. Relación existente entre los parámetros TITULO / DENSIDAD / ALARGAMIENTO - CONCLUSION 2

En lo referente a los distintos parámetros utilizados para realizar las oportunas comparaciones entre las muestras, se ha

dado la circunstancia de que, al no haber sido posible conseguir tela en crudo de cada una de ellas, únicamente se han podido establecer comparaciones entre un grupo de telas (como se puede ver en la TABLA XVI). Por esta razón algunos parámetros no se pueden aplicar a todas las muestras como ocurre con el "PESO DE LA IMPRIMACION", "ESPESOR DE LA IMPRIMACION" y "TITULO" (éste solamente es común a todas en sentido urdimbre).

Las comparaciones basadas en estos tres parámetros solo pueden ser hechas entre aquellas muestras de las que se posee tela en crudo e imprimada, circunstancia que se da únicamente en las telas denominadas: M2-ALKIL, 373-TEMPLE, M2-OLEO y M2T-MARRON, pertenecientes al Grupo 1º.

El dato relativo al TITULO — indicativo de la finura del hilo — determina estructuras textiles más o menos refinadas; la DENSIDAD guarda estrecha relación con él ya que cuanto más elevada sea ésta, es señal de que los hilos del tejido son más finos.

Seguidamente se analiza qué relación de carga y alargamiento se ha producido tomando como parámetros de comparación los dos indicados: TITULO/DENSIDAD. En esta ocasión se tienen en cuenta únicamente los datos obtenidos del sentido urdimbre puesto que, como se ha indicado anteriormente, solo se han podido obtener hilos de él.

MUESTRA	TITULO (Urd)TEX: g/1.000 m.	DENSIDAD	CARGA kg/cm.Urd.	ALARGAMIENTO % Urd.
M2-ALKIL	84'13	210	103'62	20'5
373-TEMPLE	50'85	289	95	18'85
M2-OLEO	77'02	196	114'95	17'72
M2T-MARRON	86'14	156	102'55	15'77

De la aplicación de estos parámetros se desprende que la muestra que ofrece mejor respuesta es la **M2T-MARRON** con la salvedad que solo puede ser considerado el TITULO y el % de ALARGAMIENTO para el sentido de URDIMBRE que es del que se ha conseguido la cantidad de materia suficiente para la realización de la prueba.

El último lugar puede adjudicarse a la muestra 373-TEMPLE pues, a pesar de que el % de ALARGAMIENTO no es el más elevado (la supera el 20'50% de la M2-ALKIL), la observación de los parámetros TITULO/CARGA, principalmente, llevan a esta conclusión.

CONCLUSION 2

Solo válida para las muestras del Grupo 1º por la causa indicada:

1ª: M2T-MARRON

2ª: M2-OLEO

3ª: M2-ALKIL

4ª: 373-TEMPLE

2.1.3 Relación entre los parámetros TITULO / ESPESOR /
ESPESOR DE LA IMPRIMACION - CONCLUSION 3

Otro elemento de comparación es el parámetro ESPESOR del conjunto formado por tejido + imprimación relacionados también con los parámetros TITULO/DENSIDAD, con lo cual se podrá comprobar si se han producido variaciones en el espesor del conjunto en proporción directa a los aumentos del TITULO y DENSIDAD o si, por el contrario, éstos no han sido tenidos en cuenta por el fabricante — al menos aparentemente — a la hora de imprimir las telas. (Sólo para el Grupo 1º).

MUESTRA	DENSIDAD	TITULO Urd.TEX g/1.000 m.	ESPESOR CRUDO mm.	ESPESOR DE LA IMPRIMACION mm.
M2-ALKIL	210	84'13	0'569	0'033
373-TEMPLE	289	50'85	0'541	0'012
M2-OLEO	196	77'02	0'563	0'024
M2T-MARRON	156	86'14	0'584	0'037

Los parámetros TITULO/DENSIDAD guardan relación entre ellos ya que al aumentar el TITULO — señal de que el hilo es más pesado y, por consiguiente, más grueso — la DENSIDAD es menor porque se computan menos hilos/pasadas por cm.

Se observa que, a medida que el TITULO es más elevado, se constata un aumento en el espesor de la imprimación aplicada al tejido. ¿Es un hecho casual o es una circunstancia buscada conscientemente para rellenar más eficazmente los cruces de los

hilos, muy acusados y ofrecer una superficie más nivelada al pintor?.

En buena lógica eso parece: que el espesor de la imprimación sea tal que permita ofrecer al pintor una superficie lo más lisa posible para la aplicación del color. Pueden darse casos en que se busque, precisamente, todo lo contrario pero los hechos apuntan a que no es éste el caso.

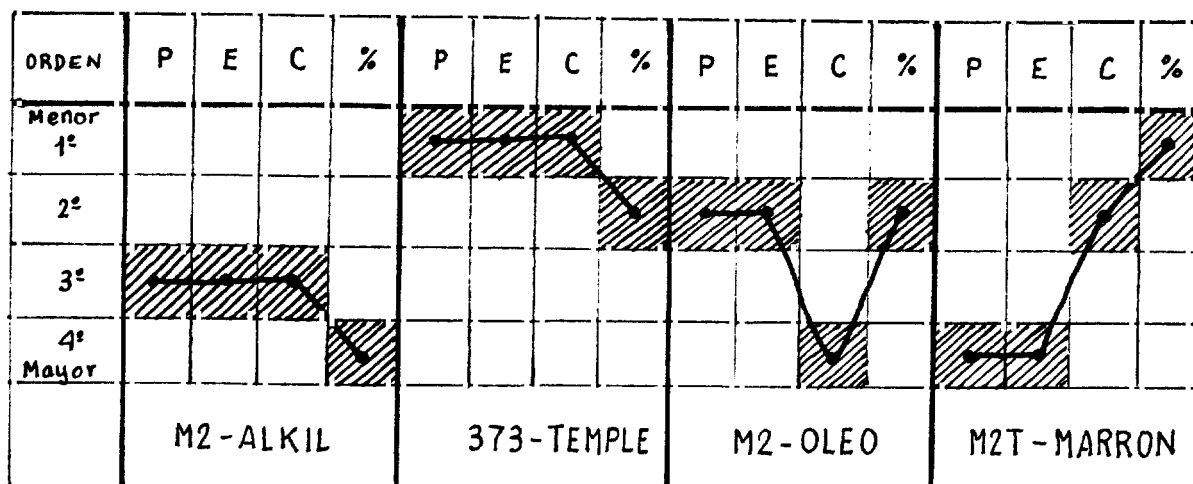
CONCLUSION 3

A medida que aumenta el PESO y el ESPESOR DEL TEJIDO, también se produce un aumento en el ESPESOR DE LA IMPRIMACION.

2.1.4. Relación entre los parámetros PESO IMPRIMACION / ESPESOR IMPRIMACION / CARGA (media urdimbre) / ALARGAMIENTO. CONCLUSION 4.

Al igual que en 2.1.2 y 2.1.3. del capítulo de CONCLUSIONES, estos parámetros solo pueden ser tenidos en cuenta para hacer la oportuna comparación, en lo que respecta a las muestras del Grupo 1º por las razones apuntadas anteriormente.

En este caso, los datos se representan a través de un diagrama que contribuye a visualizar el resultado con mayor rapidez. En cada una de las columnas se van a situar los correspondientes valores obtenidos de la aplicación de los parámetros indicados según una ordenación ascendente de tal modo que el primero es el más bajo y el último el más elevado.



P = Peso de la imprimación

C = Carga ejercida en kg./cm.

E = Espesor de la imprimación

% = Alargamiento sufrido expresado en %

El diagrama de la M2T-MARRON demuestra que el % de alargamiento experimentado es el menor en relación a los parámetros que se han tomado como referencia.

Las M2-ALKIL y 373-TEMPLE tienen una respuesta similar dentro de sus respectivos márgenes mientras que la M2-OLEO se muestra más irregular. De entre las cuatro puede considerarse como de peor comportamiento la denominada M2-ALKIL por el mayor porcentaje de alargamiento que ha experimentado.

CONCLUSION 4

El orden de calidades extraído del análisis de los paráme-

tros indicados en este punto es como sigue:

1ª: M2T-MARRON: PESO/ESPESOR mayores dan un alargamiento MENOR.

2ª: M2-OLEO: Con PESO/ESPESOR poco elevados ha necesitado la mayor carga para alcanzar un % de alargamiento en el de 2º nivel.

3ª: 373-TEMPLE: Tiene menos PESO/ESPESOR que la anterior y ha llegado a su mismo alargamiento lo que indica menor resistencia aún que la anterior.

4ª: M2-ALKIL: Con PESO/ESPESOR altos ha dado el mayor alargamiento.

2.1.5. Influencia de PESO / ESPESOR / FIBRA en el porcentaje de ALARGAMIENTO. CONCLUSION 5

No se pueden basar resultados en los datos obtenidos de un reducido tipo de comparaciones sino que es necesario buscar los elementos que sean comunes a todas las muestras IMPRIMADAS que se están estudiando. Esta es la razón que sirve de base a la realización de otro bloque de comparaciones entre todas las muestras de telas imprimadas aplicando parámetros que son comunes a todas ellas, como es el caso de:

- a) PESO de tela + imprimación
- b) ESPESOR de tela + imprimación
- c) Fibra textil
- d) PORCENTAJE DE ALARGAMIENTO

Teniendo a la vista los resultados de parametría física recogidos en la TABLA XVI, se aplican los parámetros indicados a todas las muestras con imprimación. Se han ordenado respecto al PESO situándolo de menor a mayor según aparece en el cuadro siguiente:

	PESO g/m2.	ESPEJOR mm.	ALARGAMIENTO % medio (urd.-trama)	FIBRA	MUESTRA
Menor	246'22	0'314	7'95	Algodón	66
	316'55	0'443	14'3	Poliéster Viscosa Algodón	LEVANTE-25
	331'55	0'463	11'3	Lino	373-TEMPLE
	356'75	0'399	6'73	Lino	LEVANTE-20
	358'85	0'446	14'3	Poliéster Viscosa Algodón	LEVANTE-90
	393'65	0'539	10'79	Lino	M2-OLEO
	431'60	0'602	12'38	Lino	M2-ALKIL
	446'39	0'584	9'85	Lino	M2T-MARRON
Mayor	469'65	0'538	7'82	Lino	AC-22

Según el PESO: La menos pesada es la 66 que ha dado un 7'95% de alargamiento. Fibra: ALGODON.

La más pesada es la AC-22 que ha dado un 7'82% de alargamiento. Fibra: LINO.

Según el ESPESOR: La más fina es la 66 con 0'314mm.

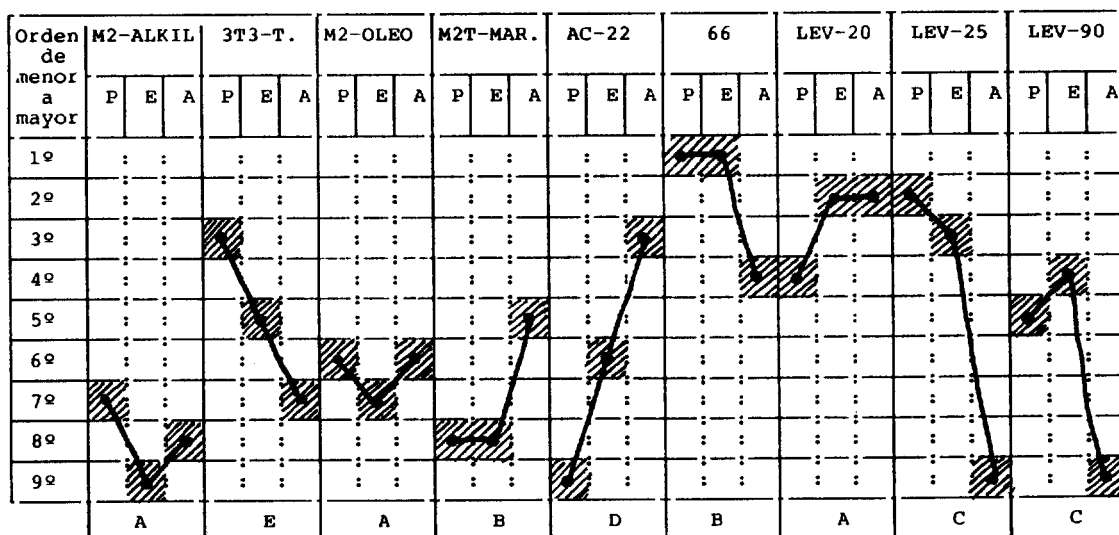
Fibra: ALGODON.

La más gruesa es la M2-ALKIL con 0'602mm.

Fibra: LINO.

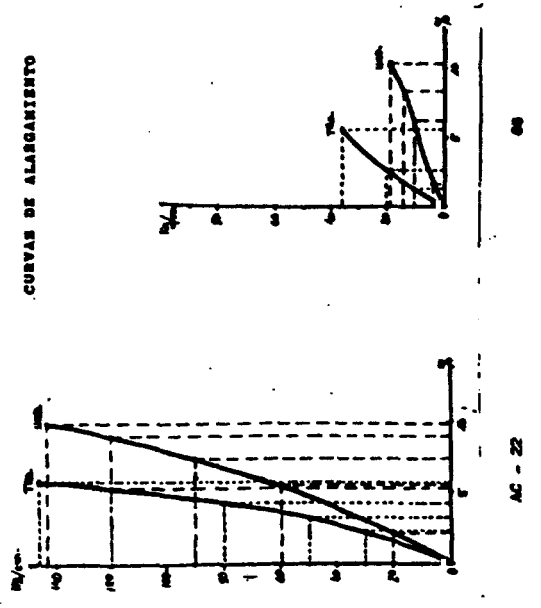
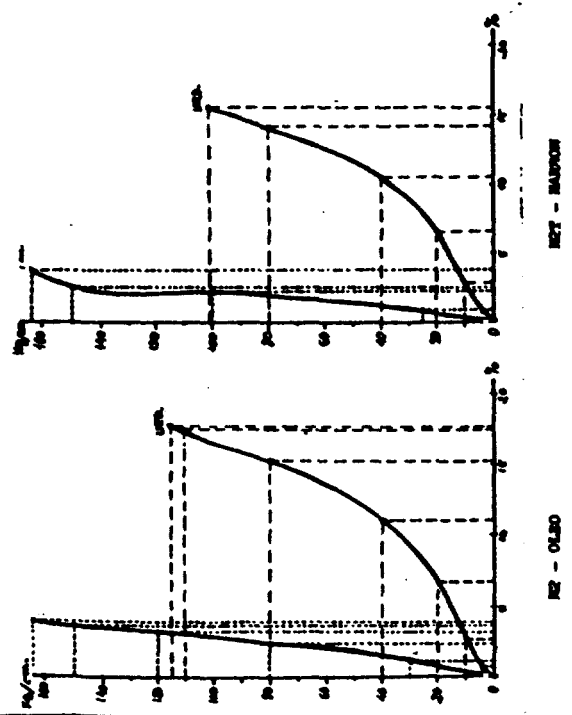
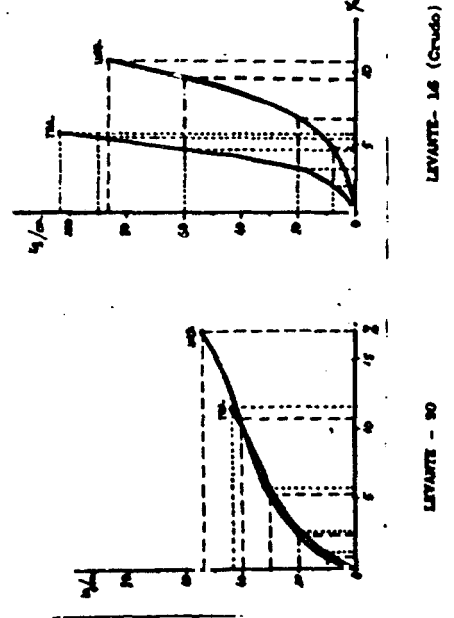
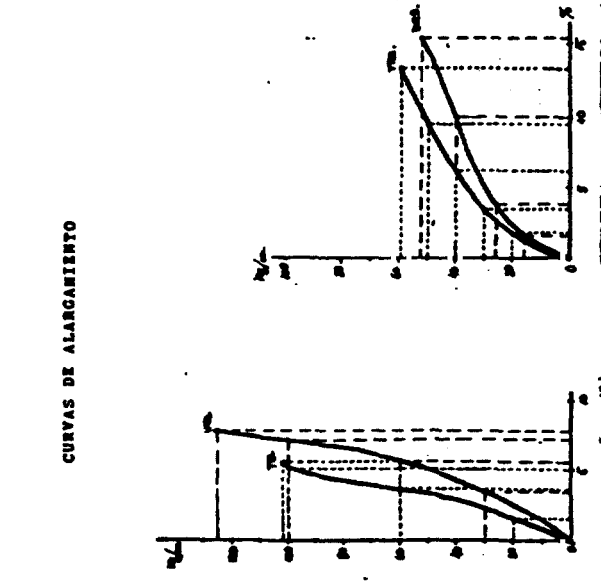
2.1.6. Análisis del diagrama general y de las curvas de alargamiento

En un intento de expresar lo más gráficamente posible el conjunto de datos obtenidos de las diversas comparaciones realizadas entre las muestras objeto de estudio, se ha elaborado el siguiente diagrama:

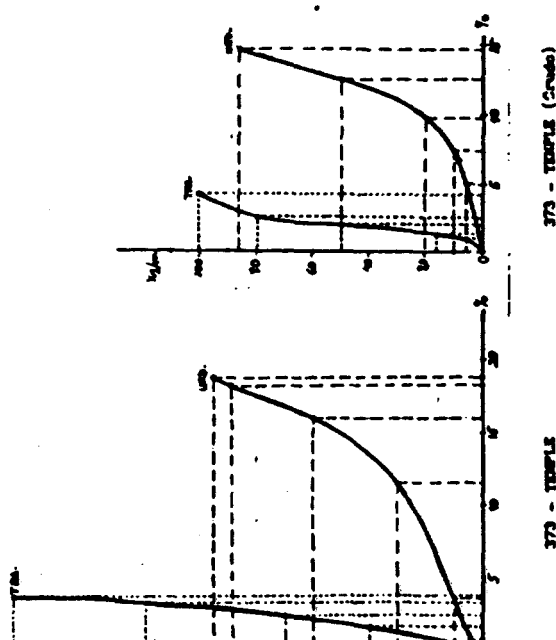
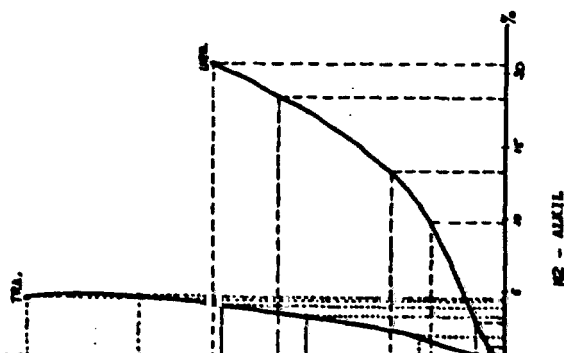


P= Peso de tela + imprimación expresado en g/m2.
E = Espesor de la tela + imprimación expresado en mm.
A = Alargamiento experimentado indicado en %

CURVAS DE ALARGAMIENTO



CURVAS DE ALARGAMIENTO



LEVANTE - 36 (Crudo)

LEVANTE - 30

66

AC - 22

373 - TEMPLA (Crudo)

373 - TEMPLA

Este diagrama hay que considerarlo junto a las curvas de alargamiento que aparecen todas reunida en la página anterior con el fin de captar mejor las diferencias producidas entre todas las muestras sometidas a tracción.

De la contemplación de ambos y de la consideración de estos tres parámetros comunes a todas las muestras, se comprueba que algunos de ellos parecen responder a lo que se podría calificar como de "situaciones de equilibrio" al no haber resultado una línea excesivamente quebrada en el diagrama. Así pues, se podría establecer una clasificación como sigue:

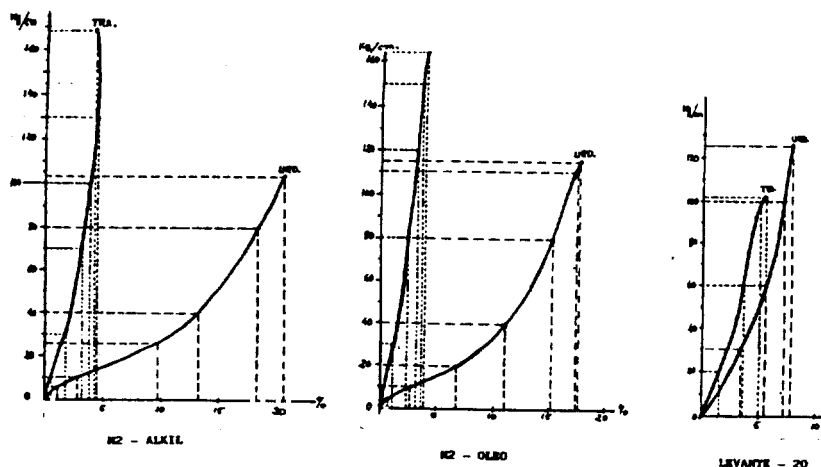
Diagrama A: Abarca parámetros cercanos entre sí con una variación de 3 lugares de orden hacia arriba o hacia abajo.

En este grupo están las muestras: M2-ALKIL

M2-OLEO

LEVANTE-20

Este grupo de muestras aparentemente se nos muestra como equilibrado al no darse variaciones excesivamente acusadas en el lugar que ocupan cada uno de los parámetros aplicados: los valores PESO/ESPESOR bajos dan un alargamiento también bajo.



Sin embargo, al observar las tres curvas de alargamiento de estas muestras, se ve que ése se produce con rapidez, a excepción de la LEVANTE-20 lo cual es, en términos generales, señal de poca resistencia ante la tracción, a pesar de lo elevado del peso y espesor, pues siendo éstos altos cabría esperar mayor resistencia, cosa que no se ha producido.

Otra característica a señalar es que la diferencia en el alargamiento ante los sentidos urdimbre y trama de la LEVANTE-20 es menor que las otras dos, dando más equilibrio al tejido.

Diagrama B: Los parametros tienen entre sí mayor distancia hacia arriba o hacia abajo: de 4 espacios.

Aquí entran las muestras: M2T-MARRON y 66.

La comparación resulta favorable para la M2T-MARRON pues basta con ver las curvas de alargamiento para comprobar la diferencia de cargas para conseguir el rompimiento y el % alcanzado, en cada caso.

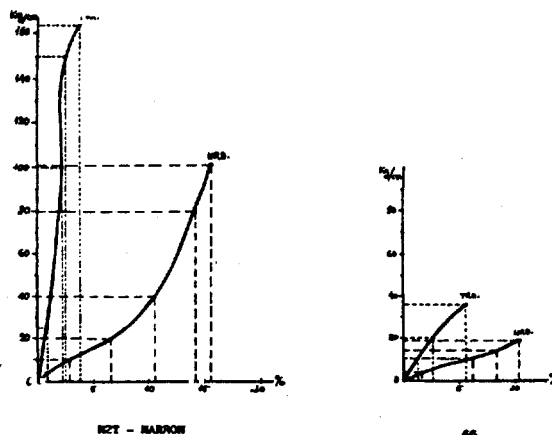


Diagrama C: El diagrama es muy quebrado con distancia de hasta 6 espacios en el ordenamiento establecido.

Las dos muestras que entran en este grupo son: LEVANTE-90 y LEVANTE-25

En la curva de alargamiento se observa que, tanto el sentido de urdimbre como el de trama, se dirige con rapidez hacia los valores más altos en el porcentaje de alargamiento.

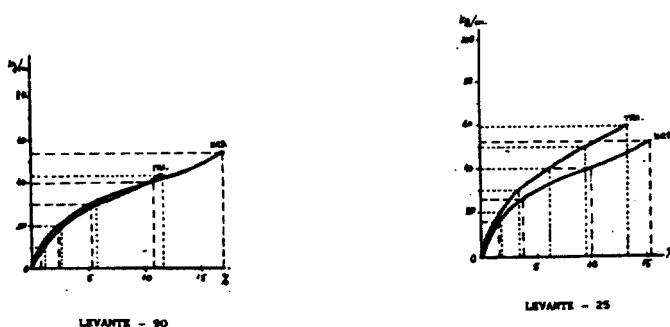


Diagrama D: Tiene un sentido recto ascendente y corresponde a la muestra AC-22. Observando su curva de alargamiento se desprende que es tela muy resistente siéndolo, además, de forma muy regular entre los sentidos urdimbre y trama.

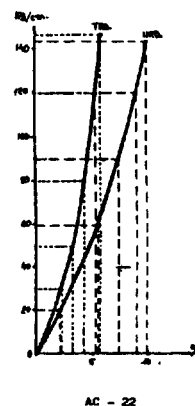
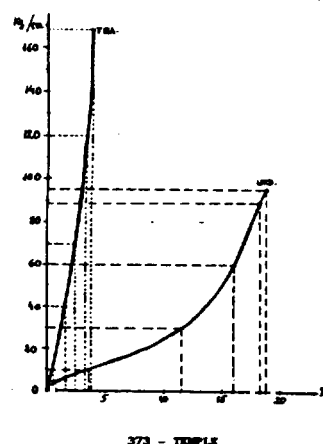


Diagrama E: Su sentido es recto descendente. Corresponde a la muestra 373-TEMPLE. Aunque su curva de alargamiento es muy parecida a la de la M2-ALKIL, la observación del lugar que ocupan sus parámetros PESO / ESPESOR le



confieren una gran desventaja respecto a aquélla produciéndose un alargamiento acusado, también con notable diferencia entre el diagrama de urdimbre y trama, no tanto como en la M2-ALKIL y mucho mayor que en la AC-22.

Para complementar los diagramas, se puede calcular cuál habría sido el alargamiento experimentado por todos estos textiles con una carga de 100 kg./cm. con lo cual se podría obtener una mayor aproximación hacia el establecimiento de una escala de valores respecto a la resistencia.

MUESTRA	CARGA/ALARGAMIENTO medios Relación real producida kg./cm. %		Cálculo teórico de alargamiento para 100 kg./cm.	ORDEN SEGUN LA RESISTENCIA	
M2-ALKIL	136'23	12'38	9'08 %	1º AC-22	5'36%
373-TEMPLE	131'92	11'30	8'56 %	2º LEV.-20	5'91%
M2-OLEO	139'47	10'79	7'73 %	3º M2T-MAR.	7'39%
M2T-MARRON	133'15	9'85	7'39 %	4º M2-OLEO	7'73%
AC-22	145'65	7'82	5'36 %	5º 373-TEMPLE	8'56%
66	27'4	7'95	29'00 %	6º M2-ALKIL	9'08%
LEVANTE-20	113'85	6'73	5'91 %	7º LEV.-25	25'28%
LEVANTE-25	56'55	14'30	25'28 %	8º 66	29'00%
LEVANTE-90	48'32	14'30	29'59 %	9º LEV.-90	29'59%

Es indudable, a la vista de las cifras y de los diagramas, que hay dos posiciones clarísimas que no ofrecen ninguna duda: la que podría denominarse como "mejor tela" es la AC-22 y la "peor" la LEVANTE-90. Entre ellas se gradúa la escala de valo-

res observando, por ejemplo, la incongruencia existente entre los parámetros P/E/ALARG. de la M2-ALKIL (que ante P/E altos cabría esperar un reducido alargamiento), la caída fuerte de las 373-TEMPLE y 66, el alza en la resistencia de la M2T-MARRON, como respuestas del alargamiento frente a peso y espesor.

CONCLUSION 5

De lo expuesto se desprende que la tela que podría enunciarse como de **mejor** calidad respecto a los valores PESO/ESPE-SOR/CARGA/ALARGAMIENTO es la AC-22 y las **peores** la LEVANTE-90, LEVANTE-25, mezcla de tres fibras (Poliéster, Viscosa, Algodón) que queda pareja con la 66 integrada exclusivamente por Algodón lo que viene a corroborar que no es ésta la fibra más adecuada para un soporte de pintura y que la mezcla de fibras tampoco parece ser muy recomendable para el mismo fin.

Esto viene a confirmar la CONCLUSION 1, siendo las cabezas de los tres grupos las que han respondido mejor a los análisis realizados. Así mismo, las peores han resultado las últimas de esos grupos: M2-ALKIL, 66 y LEVANTE-90 (muy emparejada con LEVANTE-25).

2.1.7. Recapitulación de resultados. CONCLUSION 6

De las respectivas comparaciones realizadas entre los tres

grupos de telas objeto de este estudio, se derivan los resultados siguientes:

Grupo 1º: Telas vendidas e imprimadas por "MACARRON, S.A."

Orden de calidad respecto a su respuesta a los diferentes parámetros utilizados para determinarla:

- 1ª: M2T-MARRON
- 2ª: M2-OLEO
- 3ª: 373-TEMPLE
- 4ª: M2-ALKIL

Grupo 2º: Telas vendidas por "MACARRON, S.A." e imprimadas por el fabricante.

Orden de calidad;

- 1ª: AC-22
- 2ª: 66

Grupo 3º: Telas vendidas e imprimadas por "LEVANTE".

Orden de calidad;

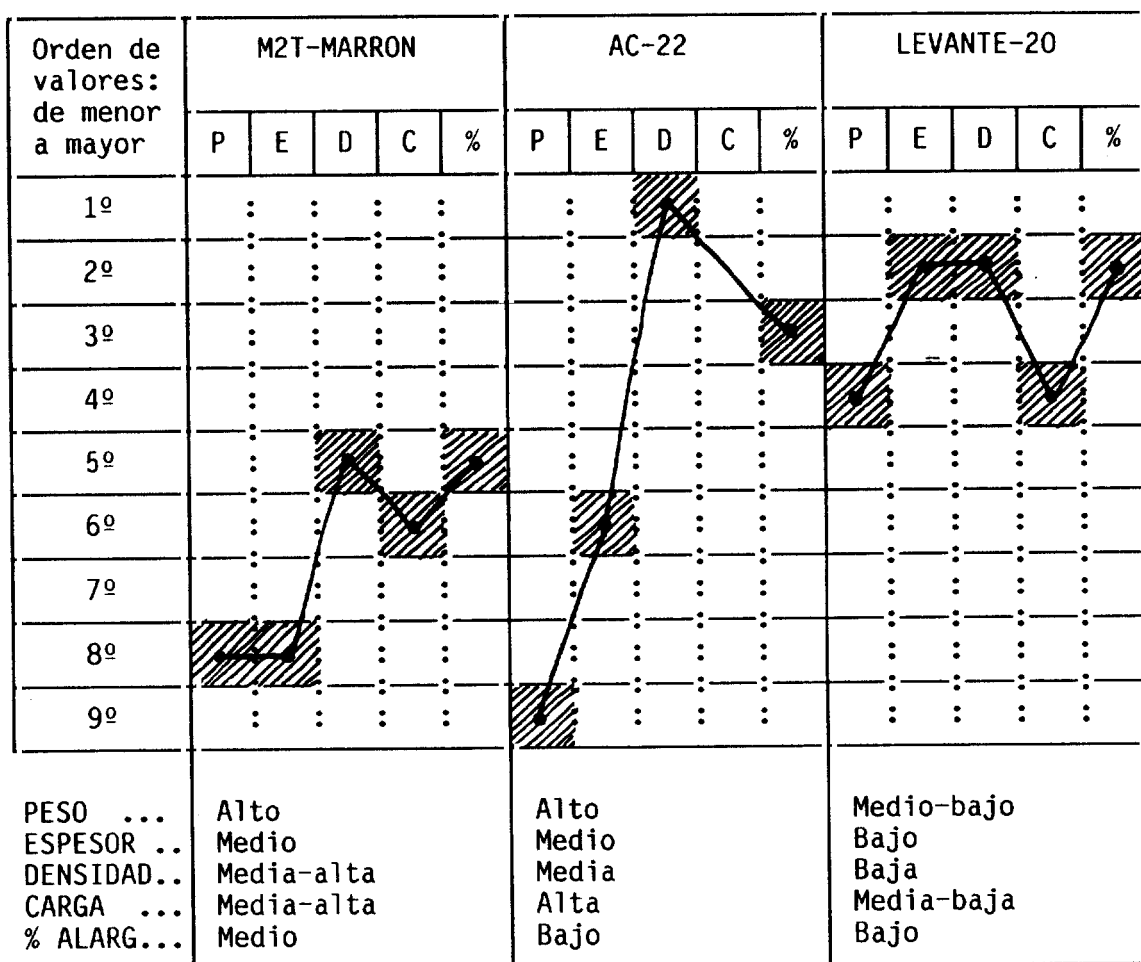
- 1ª: LEVANTE-20
- 2ª: LEVANTE-25
- 3ª: LEVANTE-90

En un intento por afinar y precisar más en el análisis de los datos aún podría hacerse una última comparación entre las tres muestras que ocupan el primer lugar de cada grupo establecido según su procedencia. Como es obvio, hay que basar la comparación en parámetros comunes a las tres, circunstancia que se produce con los siguientes:

- Peso de la tela + imprimación
- Espesor de la tela + imprimación

- Densidad de la estructura textil
- Carga media de urdimbre y trama
- Alargamiento medio entre urdimbre y trama

Para mejor comprobar gráficamente el resultado haciendo, además, hincapié en el impacto visual del mismo, se va a reflejar los valores de cada parámetro en un diagrama similar a los expuestos anteriormente. De aquí se intentará analizar el resultado para enjuiciar cuál es la tela que parece ofrecer mejor respuesta a una exigencia de calidad considerada estrictamente como material textil.



Un análisis de los valores de cada muestra ofrece el siguiente resultado:

M2T-MARRON:

Todos los parámetros son altos con niveles equilibrados entre ellos: el TITULO de esta tela es el más alto guardando proporción con él el PESO total pero, repasando la TABLA XVI, se comprueba la importancia que la preparación tiene en él ya que es la más gruesa de las cuatro de su grupo; no ocurre igual con el peso de la tela en crudo (lugar 3º) por lo que cabe pensar que gran parte de la resistencia de este soporte textil le viene de la preparación.

El hecho cierto es que su equilibrio como estructura es muy bueno, así como su resistencia.

AC-22:

Aquí salta a la vista la ausencia de relación lógica entre los parámetros PESO/ESPESOR/DENSIDAD porque cabría esperar de los dos primeros — especialmente del peso — que dieran como resultado una densidad más elevada.

Hay un factor importante a considerar en esta tela y es el valor del parámetro DENSIDAD: 102, el más bajo de todos. Aunque no se ha podido obtener el TITULO de sus hilos, el hecho de tener una densidad tan baja puede ser indicativo de que entran menos hilos en los sentidos urdimbre y trama que en las otras, señal evidente de que sus hilos serían más gruesos lo que conduciría a suponer que su TITULO es

más alto y ya es sabido que el TITULO bajo es el indicador de un hilo más fino, o sea, más resistente.

¿Significa esto que los valores tan altos de P/E son achacables a la imprimación?. De la contemplación en la TABLA XVI de la columna que corresponde a la identificación de los componentes de la imprimación de esta tela, al igual que en la M2T-MARRON, la imprimación adquiere cierto protagonismo constituyendo un freno importante ante las fuerzas de tracción.

La deducción de que, posiblemente, su TITULO sea poco elevado conduciría a establecer que es en la estructura textil en donde radica gran parte de su resistencia. Sin embargo, al no haber podido disponer de tela en crudo, no se ha podido determinar ni el espesor ni el peso específico de la imprimación. Solamente consta que pesa más la AC-22 y que el mayor espesor corresponde a la M2T-MARRON.

Hay un hecho cierto y es que la AC-22 ha necesitado una carga mayor para alcanzar un alargamiento inferior:

PARAMETROS		M2T-MARRON	AC-22	VALORACION
U R D I M.	CARGA kg./cm.	102'55	143'45	Gran diferencia en cualquiera de los dos parámetros.
	ALARGAMIENTO %	15'77	9'95	Más resistencia Urd. de AC-22
T R A M A	CARGA kg./cm.	163'75	147'85	Diferencias no tan extremas entre los dos parámetros.
	ALARGAMIENTO %	3'93	5'7	Más resistencia Trama de AC-22

Por una parte, todos los datos apuntan a una mejor resistencia de la AC-22 frente a la M2T-MARRON. A ello hay que añadir otro factor positivo para la AC-22: las diferencias entre las cargas y alargamiento para los sentidos urdimbre y trama no son tan acusados como en la M2T-MARRON de lo que se infiere que en ambos sentidos está dotada de un comportamiento similar lo que le confiere un equilibrio notable.

LEVANTE-20:

Todo el conjunto de sus parámetros es bajo lo que indica un cierto equilibrio entre ellos; no ofrece dudas en el momento de considerarlo como un aspecto positivo de la tela. Sin embargo, es evidente que el bloque de valores del conjunto tela + imprimación es bajo confiriéndole poca resistencia en general, lógica ante los niveles tan bajos en los parámetros P/E del conjunto que deben presentar barrera ante las fuerzas de tracción.

Se puede decir que, aún siendo la mejor de su grupo, queda por debajo de las otras dos cabezas de sus respectivos grupos.



CONCLUSION 6

De la comparación realizada entre las tres muestras cabeza de sus respectivos grupos, se deduce que las muestras que pueden ser calificadas como **MEJORES** son la AC-22, M2T-MARRON y LEVANTE-16.

2.1.8. Determinación de calidad entre telas en crudo: 373-TEMPLE y LEVANTE-16. CONCLUSION 7

Queda por hacer el último bloque de comparación entre las muestras de las que se ha podido obtener tela en crudo, sin imprimir, para conocer sus diferencias ante la resistencia al alargamiento. Esto se da únicamente en las telas denominadas "373-TEMPLE" y "LEVANTE-16", ambas en crudo.

Al igual que se ha hecho con las anteriores, a través del correspondiente diagrama aplicando parámetros comunes a las dos, se van a analizar los datos obtenidos para enunciar una conclusión emanada lógicamente de ellos.

Orden de valores: de menor a mayor	373-TEMPLE						LEVANTE-16					
	P	E	T	D	C	%	P	E	T	D	C	%
1º												
2º												
PESO ...	Bajo: 221'14 g/m2						Alto: 377'96 g/m2.					
ESPESOR ..	Alto: 0'541 mm.						Bajo: 0'336 mm.					
TITULO ...	Bajo: 50'18 g/1000m.						Alto: 80'5 g/1000m.					
DENSIDAD ..	Alta: 289						Baja: 156					
CARGA	Iguales: 93'72 kg/cm						Iguales: 94'85 kg/cm					
% ALARG.....	Alto: 9'37 %						Bajo: 8'37%					

La primera parte del análisis de resultados se centra en los parámetros PESO/TITULO/DENSIDAD.

La relación existente entre ellos en cada uno de los dos textiles está dentro de la lógica por varias razones, pudiendo-

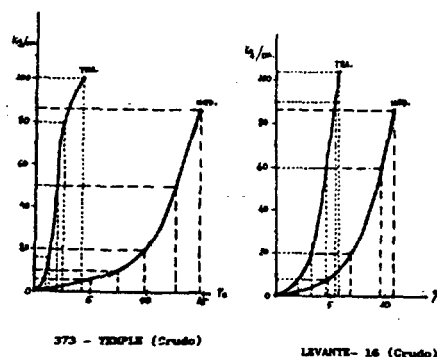
se destacar como fundamental la consideración de la FINURA DEL HILO ya que cuando ésta es mayor (TITULO MENOR) el hilo pesa menos, es más delgado y entran en número más elevado en el recuento de los sentidos de urdimbre y trama dando DENSIDAD MAYOR.

(El TITULO bajo correspondiente a un hilo fino, precisa más controles de calidad y siempre es más caro).

Otro factor que puede influir en la difereneia de DENSIDADES es el grado de raleza o entramado de los hilos que, — prescindiendo del nivel del TITULO — puedan tejerse más juntos o más separados. Esta circunstancia podría ser la causante, en cierto modo, de que el ESPESOR de la 373-TEMPLE sea mayor que el de la LEVANTE-16 pues observando las dos telas al natural, se comprueba la importancia que ha podido tener este dato ya que su entramado es más recio, con más cuerpo que el de la LEVANTE-16.

Pasando al análisis de los parámetros CARGA/ALARGAMIENTO, la diferencia entre las curvas de alargamiento de ambas es evidente.

La curva de la LEVANTE-16 se acerca más a la vertical alejándose de los niveles más elevados en el eje de abscisas correspondiente a los porcentajes de alargamiento. Su clara dirección ascendente indica que ha necesitado más fuerza para alargarse menos.



A pesar de los razonamientos anteriormente expuestos que podrían inducir a pensar que la 373-TEMPLE, atendiendo al significado teórico del valor TITULO ofrece mejor resultado, el conjunto de características emanadas de la aplicación de los parámetros indicados y la relación CARGA/ALARGAMIENTO inclinan la balanza a favor de la LEVANTE-16.

CONCLUSION 7

Aunque no se constatan grandes diferencias entre estos dos tejidos, del cómputo general se puede deducir que la LEVANTE-16 ofrece mejor respuesta ante las fuerzas de tracción que han producido un menor porcentaje de alargamiento. En relación a la 373-TEMPLE se puede decir que la LEVANTE-16:

- Es más pesada. Tiene menor espesor. Su TITULO es mayor con una DENSIDAD menor. La carga aportada para la rotura es muy similar (levemente más alto) pero el alargamiento ha sido menor.

2.1.9. Conclusión final

Examinados todos los parámetros que caracterizan a cada uno de los textiles estudiados en cuanto a determinar un factor tan importante para la pervivencia de un cuadro, como es la resistencia del soporte textil, se puede establecer un orden de calidades basado en los datos obtenidos de la aplicación de los

parámetros físicos que se han aplicado. Según los resultados, el orden de bondad en las telas sería el siguiente:

- De la aplicación de la totalidad de los parámetros a las telas agrupadas según su origen resulta;

Grupo 1º: Ocupa el primer lugar: M2T-MARRON

Ocupa el último lugar: M2-ALKIL

Grupo 2º: Ocupa el primer lugar: AC-22

Ocupa el último lugar: 66

Grupo 3º: Ocupa el primer lugar: LEVANTE-20

Ocupa el último lugar: LEVANTE-90

- Resultado de la aplicación de los parámetros TITULO/DENSIDAD/ALARGAMIENTO. Solo urdimbres del Grupo 1º: Porcentaje de ALARGAMIENTO. (Solo para urdimbres del Grupo 1º):

Ocupa el primer lugar: M2T-MARRON: Menor alargamiento

Ocupa el último lugar: 373-TEMPLE: Mayor alargamiento

- Resultado de la aplicación de los parámetros TITULO/ESPESOR DE IMPRIMACION. (Solo para el Grupo 1º): Relación entre ellos.

Al aumentar el TÍTULO, disminuye la DENSIDAD

A medida que el TÍTULO se eleva, aumenta el ESPESOR de la imprimación.

- Relación entre los parámetros PESO DE IMPRIMACION/ESPESOR DE IMPRIMACION/CARGA/ALARGAMIENTO (para estos dos últimos se aplica la media entre urdimbre y trama). De la consideración

del porcentaje de alargamiento solo para el Grupo 1º, resulta:

Ocupa el primer lugar: M2T-MARRON / Menor alargamiento
 \ Mayor P/E

Ocupa el último lugar: M2-ALKIL / Mayor alargamiento
 \ P/E alto

- De la relación entre los parámetros FIBRA/PESO/ESPESOR/ALARGAMIENTO aplicados a todas las telas imprimadas, resulta:

Ocupan el primer lugar:

- / AC-22: Más pesada. Fibra: LINO
- \ M2-ALKIL: Más gruesa. Fibra LINO

Ocupa el último lugar: 66: Menos pesada y más fina.
Fibra: ALGODON

- Del análisis de los diagramas para todos los parámetros en todas las telas imprimadas considerando la resistencia a la tracción y alargamiento, resulta:

Ocupan el primer lugar: AC-22: Menor % de alargamiento

Ocupan el último lugar:

/ LEVANTE-25	} Mayor % de alargamiento
- 66	
\ LEVANTE-90	

- Del análisis comparativo entre las telas "cabezas de Grupo": M2T-MARRON/AC-22/LEVANTE-20, en orden a la resistencia y alargamiento, resulta:

1ª: AC-22

2ª: M2T-MARRON

3ª: LEVANTE-20

- Del análisis comparativo entre las dos telas en crudo: 373-TEMPLE/LEVANTE-16 con la aplicación de todos los parámetros (salvo lo referente a "imprimación") respecto a su resistencia y porcentaje de alargamiento, resulta:

1ª: LEVANTE-16: Mejor comportamiento ante la tracción

2ª: 373-TEMPLE: Respuesta algo inferior ante la tracción sin gran diferencia con la LEVANTE-16

- Aún queda por destacar un dato muy significativo y es que las muestras que ocupan los tres últimos lugares con una diferencia notabilísima en el porcentaje de alargamiento frente al resto, son las LEVANTE-25, LEVANTE-90 Y 66: TODAS ELLAS CARECEN DE FIBRA DE LINO EN SUS HILOS ESTANDO ESTOS INTEGRADOS POR:

ALGODON/POLIESTER/VISCOA

Esto induce a pensar que éste puede ser un factor decisivo en la falta de resistencia de estos tres textiles.

2.2. Conclusiones de identificación de las fibras textiles

- Destaca la fibra de LINO como integrante exclusivo de la mayoría de las muestras analizadas. Se ha identificado en los hilos de las urdimbres y tramas de las muestras:

M2-ALKIL/373-TEMPLE/M2-OLEO/M2T-MARRON/AC-22/LEVANTE-20/
LEVANTE-16

- La fibra de ALGODON ocupa íntegramente los hilos de urdimbre y trama de la muestra 66.
- En los hilos de urdimbre y trama de las otras dos muestras "LEVANTE" no se ha encontrado lino, sino una mezcla de tres fibras diferentes de orígenes sintéticos, artificial y natural repartidas de la forma siguiente:

LEVANTE-25 / Urdimbre = Poliéster/Viscosa al 50%
 \ Trama = Poliéster/Viscosa/Algodón
 (20-30% / 10-20% / 60%)

LEVANTE-90 / Urdimbre = Poliéster/Viscosa al 50%
 \ Trama = Poliéster/Viscosa/Algodón
 (10% / 40% / 50%)

2.3. Conclusión de la identificación de los componentes de la imprimación

Los análisis realizados sobre micromuestras de las impresiones de todas las telas estudiadas, ofrecen el siguiente resultado:

= AGLUTINANTES =

La sustancia que tradicionalmente se ha utilizado para realizar esta función ha sido, fundamentalmente, los compuestos orgánicos de índole proteica entre los que han destado históricamente la gelatina, caseína, huevo, siendo muy reducido el aporte de materias grasas (incluido ya en la yema del huevo,

por ejemplo, que contiene lípidos) hasta llegar al siglo XIX en que éstas, bajo la forma principal de aceites de alto poder secativo, se van incorporando indefectiblemente en la generalidad de las imprimaciones. Este hecho se ha constatado en los análisis sobre cinco micromuestras de soportes textiles imprimados de cinco pintores del siglo XIX.

En las telas comerciales objeto de este estudio, las sustancias aglutinantes identificadas se reparten así:

Sustancias proteicas

A. Se han identificado en cuatro imprimaciones como componente exclusivo bajo formas diferentes:

1. Contenido MEDIO (clara de huevo) en M2-ALKIL.
2. Contenido ALTO (caseína) en 373-TEMPLE.
3. Contenido ALTO (gelatina) en M2T-MARRON.
4. Contenido MEDIO (huevo) en AC-22.

B. Formando parte de una mezcla, se han identificado en las imprimaciones de:

1. Contenido BAJO (sin especificar el tipo) en poca cantidad en M2-OLEO.
2. Contenido BAJO (sin especificar el tipo) en muy poca cantidad en 66.
3. Contenido MEDIO (gelatina + poca cola) en LEVANTE-90.

Sustancias grasas

En todos los casos en los que se ha identificado la presencia de sustancias grasas en la imprimación, lo ha sido acompañando a sustancias proteicas pero en ningún momento se ha encontrado de forma exclusiva este tipo de aglutinante en las imprimaciones.

Su presencia se ha identificado en las siguientes micromuestras:

1. Contenido ALTO (mezclado con poca proteína) en M2-OLEO.
2. Contenido BAJO (en el huevo) en AC-22.
3. Contenido ALTO (mezclado con poca proteína) en 66.
4. Contenido MEDIO (poco aceite + resina sintética) en LEVANTE-20.
5. Contenido BAJO (con resina sistética) en LEVANTE-25.
6. Contenido BAJO (con resina sistética) en LEVANTE-90.

Resinas sintéticas

Se ha identificado su presencia en los aglutinantes pertenecientes a las siguientes micromuestras:

1. Mezclado con poco aceite en LEVANTE-20.
2. Mezclado con proteína en LEVANTE-25.
3. Mezclado con proteína en LEVANTE-90.

= PIGMENTOS =

Los pigmentos blancos identificados como materia de carga de las imprimaciones analizadas, son los siguientes:

- BARITA (BaSO_4) En 373-TEMPLE
- CALCITA (CaCO_3) En M2-OLEO/LEVANTE-20/LEVANTE-90
- BLANCO DE PLOMO (PbCO_3) ... En M2-OLEO/AC-22
- ARCILLAS En M2-ALKIL/M2T-MARRON(en excludiva)
- OXIDO DE TITANIO (TiO_2) .. En M2-ALKIL/66/LEVANTE-20/LEVANTE/25/LEVANTE-90
- BLANCO ORGANICO En AC-22

CONCLUSION FINAL

- I. Se han identificado tres imprimaciones que responden a la línea tradicional en el empleo de materiales para imprimir, basados en la conjunción de sustancias proteicas y pigmentos de uso tradicional. Corresponden a las telas:

373-TEMPLE/M2T-MARRON/AC-22

- II. Otro grupo de telas incluye aceite en el aglutinante de la imprimación en cantidades variables. Las imprimaciones que lo llevan en mayor cantidad son M2-OLEO y 66, mientras que se incluye en cantidades pequeñas en las tres LEVANTE (20-25-90).

III. Como novedad en el capítulo de "aglutinantes" se ha comprobado la presencia de resinas sintéticas en el grupo de la marca comercial "LEVANTE" ya que las tres lo incluyen de forma predominante. Se da la circunstancia de que el material textil de dos de ellas está integrado por una mezcla de fibras naturales (algodón) + fibras químicas artificiales (viscosa) y sintéticas (poliéster).

IV. En el apartado de "pigmentos" destaca la presencia del óxido de titanio, pigmento incorporado a la materia pictórica en el presente siglo que también forma parte de las imprimaciones de las telas "LEVANTE" además de la M2-ALKIL y 66.

3. CONCLUSIONES SOBRE PRUEBAS CON PRODUCTOS DE CONSERVACION. (APARTADO II)

A lo largo del Capítulo IV han quedado expuestas algunas pruebas realizadas sobre muestras de las telas imprimadas que se han venido estudiando a través de este trabajo, centradas en técnicas de conservación de pintura: limpieza de película pictórica, consolidación de policromía, protección de las capas de color y reentelado de pintura sobre tela.

En cada una de ellas se ha trabajado con una serie de productos utilizados con frecuencia en las técnicas de conservación; unos naturales y otros sintéticos, todos ellos bien conocidos por los

conservadores-restauradores.

La primera serie de pruebas está dirigida a conocer cómo responden las imprimaciones presentes en las telas aquí estudiadas ante un aspecto muy importante — incluso trascendente para la estabilidad de una pintura en proceso de conservación — de los disolventes que se utilizan habitualmente, el tiempo que tardan en secar (al menos considerado desde la mera observación visual) en función de su propia naturaleza y del tipo de imprimación.

Otra serie de pruebas se centra en observar cómo se produce el secado de productos consolidantes y de protección de la materia pictórica en contacto directo con las imprimaciones de estas telas, con el fin de comprobar el comportamiento de ambos.

La tercera serie de pruebas tiene como objetivo estudiar el comportamiento de algunos adhesivos utilizados normalmente en la operación de reentelado, con cada una de las telas y sus respectivas imprimaciones.

Para terminar, todas las muestras sometidas a las diferentes pruebas, han sido tratadas en un proceso de envejecimiento acelerado a fin de observar cómo responden a unas condiciones relativamente adversas.

Un último test está destinado a comprobar los posibles cambios cromáticos que puedan producirse en las imprimaciones a consecuencia de la acción de la luz solar incidiendo sobre ellas durante un período relativamente prolongado de tiempo. Esto indicará cuáles de ellas son más estables ante la luz pues el color de la

imprimación sabido es que se refleja en la pintura que sustenta especialmente en el caso de una técnica pictórica de cierta transparencia.

3.1. Comportamiento ante la aplicación de disolventes utilizados en limpieza de pinturas. Conclusiones

En primer lugar conviene exponer una visión general de los grupos de telas que han surgido como consecuencia de la realización de esta prueba, al considerar los márgenes de tiempos de secado: MINIMO, MEDIO, MAXIMO. Esto se puede captar visualmente a través de la TABLA XVII.

En consecuencia, se pueden hacer tres bloques visuales en los que cada uno de ellos responde a los márgenes indicados:

- a) Bloque reducido = tiempos MINIMOS de secado.

Las telas que entran a formar parte de él son: —

M2T-MARRON (+)
373-TEMPLE (++)

Naturaleza de sus imprimaciones

M2T-MARRON Proteína + Arcillas
373-TEMPLE Proteína + Barita

- b) Bloque medio = tiempos MEDIOS de secado.

Las telas que lo componen son:

M2-ALKIL (+)
LEVANTE-90 (++)

Naturaleza de sus imprimaciones

M2-ALKIL : Proteína + Arcillas y Oxido de Titanio
LEVANTE-90: Resina sintética y proteína + Calcita y
Oxido de Titanio

c) Bloque más extenso = tiempos MAXIMOS de secado

Lo componen las telas:

LEVANTE-25	(+)
LEVANTE-20	(++)
M2-OLEO	(+++)
AC-22	(++++)
66	(+++++)

Naturaleza de sus imprimaciones

LEVANTE-25 : Resina sintética + Oxido de Titanio

LEVANTE-20 : Resina sintética y aceite + Calcita y
Oxido de Titanio

M2-OLEO : Oleo y un poco de proteína + Calcita y
Blanco de Plomo

AC-22 : Huevo + Blanco de Plomo y Blanco Orgánico

66 : Oleo y un poco de proteína + Oxido de
Titanio

(Nota: El signo (+) expresa un cierto ordenamiento en los
tiempos, de menor a mayor (+++....)

La misma cuestión — tiempos de secado de las telas — se
puede exponer bajo otro prunto de vista, tal como se ve en el
cuadro de la página 690 en el que aparecen los tiempos MAXIMOS
y MINIMOS para los disolventes puros, de donde se pueden hacer
las siguientes deducciones:

1. La tela que más veces da tiempo mínimo de secado es la M2T-
MARRON. Esto ocurre con los disolventes: Acetona, Alcohol,

W.S. y D.M.F. En el caso de la Acetona, comparte el mínimo con las M2-ALKIL, 373-TEMPLE y las LEVANTE-20 y 25.

Naturaleza de las imprimaciones:

Proteínas	/ M2T-MARRON
	- 373-TEMPLE
	\ M2-ALKIL

Resinas	/ LEVANTE-20
sintéticas	\ LEVANTE-25

2. Respecto a tiempos máximos para los mismos disolventes, encontramos que la AC-22 da el mayor en tres ocasiones: con Acetona, W.S. y D.M.F. Las otras dos telas que están en este grupo son las M2-OLEO y 66.

Naturaleza de las imprimaciones:

Huevo : AC-22

Oleo y un po- / M2-OLEO
co de proteína \ 66

Considerando, por otra parte, los tiempos de secado de mezclas de disolventes en las que se computan las pruebas núms. 11 a 18, los tiempos MAXIMOS y MINIMOS se reparten así:

MINIMOS:

- En 4 ocasiones: la 373-TEMPLE (para las pruebas núms. 12, 13, 16, 17)
- En 2 ocasiones: la M2T-MARRON (para las pruebas núms. 11 y 18)
- En 2 ocasiones: la M2-ALKIL (para las pruebas núms. 11 y 15)

Naturaleza de las imprimaciones

Proteínas en el aglutinante + / Barita
- Arcillas
\ Arcillas y Oxido de Titanio+

MAXIMOS:

- En 2 ocasiones: la LEVANTE-25 (para las pruebas núms. 12 y 18)
- En 2 ocasiones: la LEVANTE-20 (para las pruebas núms. 15 y 17)
- En 2 ocasiones: la 66 (para las pruebas núms. 12 y 13)

Naturaleza de las imprimaciones

Resinas sintéticas con un poco de proteína o aceite + / Oxido de Titanio
- Calcita y Oxido de Titanio
\ Oxido de Titanio

Llegados a este punto se pueden enunciar las definitivas

CONCLUSIONES

Después de considerar los resultados parciales expuestos hasta aquí en páginas antecedentes, la conclusion derivada de ellos puede enunciarse bajo dos vertientes que se complementan:

- a) Naturaleza de las imprimaciones en los casos resultantes de tiempos MAXIMOS y MINIMOS en el secado de los disolventes.
- b) A qué telas de las aquí estudiadas pertenecen las mejores imprimaciones aplicando el punto anterior de donde se deducirá cuál es el soporte textil imprimado más recomendable bajo el punto de vista de este apartado.

Por lo que hace referencia a las imprimaciones, es evidente que aquellos aglutinantes en los que entran a formar parte las **PROTEINAS** en proporciones destacadas, son los que han precisado de menor tiempo para secarse, evitándose, así, riesgos para la pintura que sustentan.

Los aglutinantes **GRASOS** óleo y huevo (por la parte que le corresponde respecto al contenido de lípidos), han dado peor respuesta ante la cuestión del secado de disolventes lo cual supone la presencia de un factor de riesgo en la limpieza de pinturas puesto que el disolvente permanece activo durante más tiempo con estas preparaciones grasas que son las proteicas.

Los pigmentos que integran la materia de carga no parecen tener capacidad determinante a favor del secado, como los aglutinantes.

En cuanto a las telas comerciales objeto del experimento, las que han dado mejor respuesta en lo que respecta a este tema concreto han sido las denominadas

M2T-MARRON	}	Aglutinante = PROTEICO
373-TEMPLE		

y las que se han comportado más negativamente han sido las

AC-22 Aglutinante = HUEVO

M2-OLEO	} Aglutinante = OLEOSO fundamentalmente
66		

3.2. Comportamiento ante consolidantes y protectores del color. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que los productos empleados en conservación de obras de arte no pueden alterar las características propias de ellas inherentes a su naturaleza material que revierte en las cualidades estéticas de la obra y considerando que una de esas características es el aspecto externo, cualquier proceso que alterase éste sería desechable por ejercer una agresión sobre la obra de que se trate.

En el caso de estos dos tipos de productos, la atención se va a centrar en el aspecto que toman en cuanto a la aparición de **cercos, brillos, cambios de color** después de ser aplicados sobre una hipotética pintura y posteriormente envejecidos.

Al ser depositados sobre las imprimaciones de las telas en estudio, se trata de comprobar cómo son absorbidas por aquéllas ya que también las imprimaciones requieren, en muchos casos, tratamiento específico de consolidación. Las sustancias con función de protección suelen formar parte de mezclas que penetran todos los estratos que integran una pintura sobre tela.

CONCLUSIONES

En general, todas las pruebas han sufrido alteraciones más o menos acusadas en cuanto a **BRILLO, AMARILLEO, CERCOS** siendo estos tres los cambios más notables observados después de envejecer.

Formulaciones con productos sintéticos / PRIMAL AC-234 (emulsión)
 \ BEVA-371 (solución)

La forma de proceder con todas ellas ha sido la habitual en la técnica del reentelado siendo posteriormente sometido el conjunto formado por "tela original + tela de refuerzo + adhesivo" a envejecimiento acelerado con el fin de examinar qué alteraciones hayan experimentado cada una de las muestras de donde se podrá emitir una opinión acerca de los diferentes grados de alteración observados.

Las condiciones en las que se ha realizado el envejecimiento han sido:

ESTUFA: "SELECTA"

TEMPERATURA: 35 - 40°C.

HUMEDAD: 100%

PERIODO DE TIEMPO: 3.051h. 40min.

Los cambios sufridos por el conjunto de las 36 -muestras tratadas se estructuran según las denominaciones siguientes:

- A. Pérdida de peso
- B. Cambio de color de la imprimación
- C. Pérdida de elasticidad
- D. Solidez de la adhesión
- E. Deformaciones

Las mediciones correspondientes realizadas para determinar cuantitativa y cualitativamente cada una de las mencionadas alteraciones, aparacen en las TABLAS XXII, XXIII, XXIV.

Del resultado de este experimento se han comprobado los hechos siguientes relacionados con las alteraciones detectadas:

A. Pérdida de peso (expresada en gramos . TABLA XXII)

El análisis de esta alteración se puede realizar bajo dos puntos de vista diferentes y complementarios:

- a) Estableciendo tres niveles en la pérdida de peso: BAJO - MEDIO - ALTO y comprobando qué adhesivos corresponden a cada nivel.
- b) Desde el punto de vista de las muestras comprobando en qué nivel encaja cada una de ellas respecto al tipo de adhesivo.

Cada uno de estos tres niveles establecidos comprende las siguientes magnitudes:

BAJO	/ de 0'0000 g. \ a 0'0099 g.	} Ha correspondido a los adhesivos: CERA-RESINA en 8 muestras / BEVA-371 en 4 muestras
MEDIO	/ de 0'0100 g. \ a 0'1999g.	} Ha correspondido a los adhesivos: BEVA-371 en 5 muestras / PRIMAL AC-234 en 4 muestras / CERA RESINA en 1 muestra
ALTO	/ de 0'2000 g. \ a 0'3300 g.	} Ha correspondido a los adhesivos: GACHA en 9 muestras /PRIMAL AC-234 en 3 muestras

Atendiendo a esta graduación en la pérdida de peso post-envejecimiento, las diferentes muestras y adhesivos se reparten en los tres niveles de la forma siguiente:

MUESTRA	PERDIDA DE PESO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
	A D H E S I V O S		
M2-ALKIL	Cera-Resina	Beva-371	Gacha Primal AC-234
373-TEMPLE	Cera-Resina Beva-371	-	Gacha Primal AC-234
M-2 OLEO	Cera-Resina Beva-371	-	Gacha Primal AC-234
M2T-MARRON	Cera-Resina Beva-371	-	Primal AC-234
AC-22	-	Cera-Resina Beva-371	Gacha Primal AC-234
66	Cera-Resina Beva-371	Primal AC-234	Gacha
LEVANTE-20	Cera-Resina	Beva-371 Primal AC-234	Gacha
LEVANTE-25	Cera-Resina	Beva-371 Primal AC-234	Gacha
LEVANTE-90	Cera-Resina	Beva-371 Primal AC-234	Gacha

CONCLUSION - A

La MENOR PERDIDA DE PESO la han experimentado las muestras M2-ALKIL Y 373-TEMPLE con adhesivo NATURAL GRASO: CERA-RESINA.

Características de estas muestras:

Fibra textil / M2-ALKIL = Lino
 \ 373-TEMPLE = Lino

Aglutinante de la imprimación...	/ M2-ALKIL = Clara de huevo
	\ 373-TEMPLE = Caseína
Pigmento de la carga	/ M2-ALKIL = Ox. Titanio y Arcillas
	\ 373-TEMPLE = Barita

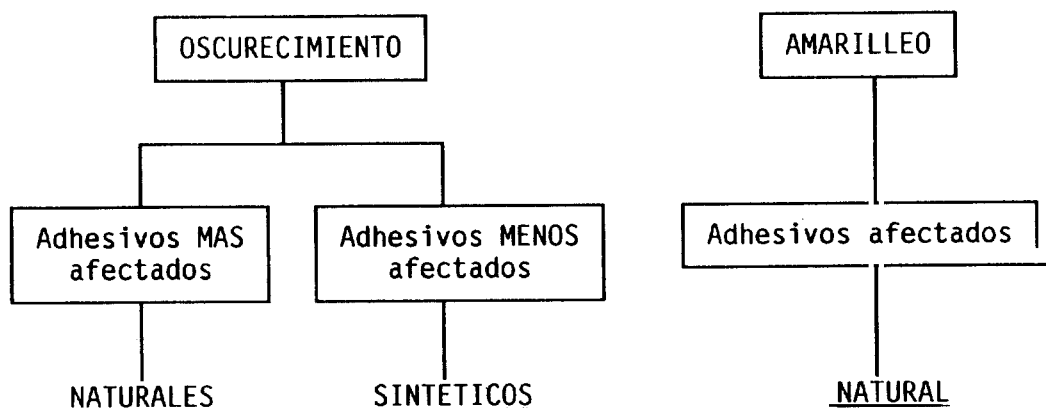
La MAYOR PERDIDA DE PESO la ha experimentado la muestra M2T-MARRON con adhesivo NATURAL ACUOSO: GACHA.

Características de la muestra:

Fibra textil Lino
Aglutinante de la imprimación ... Gelatina
Pigmento de la carga Arcillas

B. Cambio de color en la imprimación. (TABLA XXIII)

La tonalidad general de las imprimaciones no se ha visto excesivamente afectada como consecuencia del envejecimiento. En la TABLA indicada aparecen detallados los matices que se han observado a los que se puede adjudicar los adjetivos "OSCURECIMIENTO" y "AMARILLEO" repartido como sigue:



CONCLUSION - B

El mejor aspecto de la tonalidad de las imprimaciones se escalona de MENOS → MAS, según los adhesivos, por el orden siguiente:

Menos cambio: BEVA-371
/ PRIMAL AC-234
Cambio medio: \ GACHA
Mayor cambio: CERA-RESINA

Aunque esta alteración no ha sido muy acusada, conviene destacar algunos matices en la catalogación de la misma, según las denominaciones de las muestras en las que se ha producido:

M2-ALKIL Con CERA-RESINA = Amarilleo fuerte
373-TEMPLE .. Con CERA RESINA = Amarilleo un poco acusado
M2T-MARRON .. Con adhesivos NATURALES = Oscurecimiento apreciable

Muestras MENOS afectadas.. / M2-OLEO = Leve oscurecimiento
con CERA-RESINA
/ AC-22 = íd.

C. Pérdida de elasticidad. CONCLUSION. (TABLA XXIV)

La alteración fundamental que han experimentado las muestras envejecidas desde el punto de vista del adhesivo es la aparición de diversos grados de rigidez con progresión ascendente tal como se indica:

Menor rigidez	=	BEVA-321	+
		PRIMALAC-234	++
		GACHA	+++
Mayor rigidez	=	CERA-RESINA	++++

Visto desde la vertiente de los textiles imprimados, los niveles experimentados en las pérdida de elasticidad se escalonan así:

<u>Menor</u> pérdida de elasticidad	/	66
	\	LEVANTE-20
Pérdida <u>Media</u> de elasticidad	/	M2T-MARRON y LEVANTE-25
	\	M2-ALKIL y LEVANTE-90
<u>Mayor</u> pérdida de elasticidad	/	373-TEMPLE
	\	M2-OLEO y AC-22

D. Solidez de la adhesión. CONCLUSION

Por lo que respecta a esta condición de los adhesivos, en términos generales se ha mantenido firme a través de todo el período en que las muestras "reenteladas" han permanecido en el interior de la estufa.

F. Deformación. CONCLUSION. (TABLA XXIV)

Además de las anteriores alteraciones comprobadas en las muestras con adhesivos, también se ha producido cierta **deformación** en ellas cuya progresión ascendente es como sigue:

a) Según el adhesivo:

BAJA Adhesivo natural acuoso = GACHA
BAJA-MEDIA Adhesivos sintéticos = PRIMAL AC-234 y
BEVA-371
ALTA Adhesivo natural graso = CERA-RESINA

b) Según las diferentes denominaciones comerciales de las muestras:

MUY BAJA / AC-22
 \ M2-OLEO
BAJA / M2-ALKIL
 \ M2T-MARRON
MEDIA / 373-TEMPLE
 \ 66
ALTA / LEVANTE-20
 - LEVANTE-25
 \ LEVANTE-90

4. CONCLUSIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO ANTE LA ACCION DE LA LUZ SOLAR

El objetivo de esta prueba, expuesta en capítulo IV, 4.2.4., consiste en comprobar cómo se ven afectadas las imprimaciones en su tonalidad, como consecuencia de la acción de la luz solar incidiendo directamente sobre ellas. El resultado obtenido se puede visualizar en la LAMINA LVIII.

Las telas mayormente afectadas han sido las M2-OLEO, LEVANTE-90 y AC-22 y las que menos han acusado el impacto negativo de la luz solar han sido las LEVANTE-20 y LEVANTE-25. Las características

de las respectivas imprimaciones son:

Mayor Cambio	M2-OLEO	{ Aglutinante: Oleo + proteína (poca) Pigmento : Calcita (CaCO_3) + Blanco de Plomo (Pb CO_3)
	LEVANTE-90	{ Aglutinante: Resina sintética + proteína (poca) Pigmento : Oxido de Titanio (TiO_2) + Calcita (CaCO_3)
	AC-22	{ Aglutinante: Huevo Pigmento : Blanco de Plomo (PbCO_3) + Blanco orgánico
Menor Cambio	LEVANTE-20:	Aglutinante: Resina sintética + Aceite (poco) Pigmento : Oxido de Titanio (TiO_2) + Calcita (CaCO_3) poca
	LEVANTE-25:	Aglutinante: Resina sintética Pigmento : Oxido de Titanio (TiO_2).

5. CONCLUSIONES FINALES

Los movimientos y tendencias artísticas, aún dentro de su novedad u originalidad, siempre tienen un antecedente del que consciente o inconscientemente se nutren; como si una memoria colectiva sirviese de poso o de motor para avanzar hacia nuevas concepciones del arte y de la expresión.

El Arte Contemporáneo tiene sus antecedentes asentados, sin duda, en la revolución que supuso en su momento la corriente impresionista por lo que tuvo de novedad técnica y estética. De esa corriente se han examinado en este trabajo, cinco ejemplos bajo el prisma que guía en todo momento su elaboración: conocer la natura-

leza de soportes textiles preparados para pintar por la industria.

También los pintores del siglo XIX pintaron sobre soportes con preparaciones industriales fabricadas en su época, rompiendo con la tradición de ser el propio pintor el que se imprimara sus telas. Este hecho ha tenido consecuencias negativas en la conservación de las pinturas de ese siglo reflejadas en degradaciones específicas derivadas, en cierto modo, de la naturaleza de los materiales que integran las imprimaciones.

La lectura de la literatura tradicional sobre pintura del siglo XIX aborda superficialmente el análisis de las telas y preparaciones de la época dando sobre ellas noticias muy escuetas carentes de rigor científico que nada aclaran, ni ayudan a conocer la naturaleza de los materiales que las conforman.

Para profundizar en ese aspecto del arte del siglo XIX como antecedente del actual, se han analizado cinco muestras de soportes textiles pertenecientes a cuadros de otros cinco pintores del XIX: los nórdicos NORDSTRÖM y ZORN, el francés PISSARRO, el belga VENLOCT y el español REGOYOS. Una muestra variada, al menos en lo que respecta a la localización geográfica inicial de las obras.

Aplicando a estas muestras las modernas técnicas de análisis — que son las utilizadas en este trabajo para caracterizar textiles — se ha podido establecer lo siguiente en cuanto a determinar el tipo de materiales que integran los textiles y sus imprimaciones:

TELAS

1. Predominio de la fibra de LINO con hilos de torsión Z.
2. Aparición de la fibra de ALGODON mezclada con LINO (en 1 muestra)

IMPRIMACIONES

1. Inclusión de sustancias grasas (OLEO) como aglutinante, en TODAS las imprimaciones.
2. Mantenimiento de PIGMENTOS BLANCOS TRADICIONALES como materia de carga de las imprimaciones.

Dos son las novedades a destacar que ya se incorporan a la materialidad de las obras de arte para lo sucesivo: la tímida inclusión de la fibra de ALGODON es el preludio de lo que se encuentra en soportes textiles modernos de la mayor actualidad, en donde se han llegado a encontrar mezcla de hasta 15 fibras sintéticas diferentes. (RUIZ DE ARCAUTE, Emilio, Op. cit.).

El otro hecho importante es que, a partir del siglo XIX, las imprimaciones comerciales tienen aglutinantes grasos con aceites de una clase o mezcla de varias.

SIGLO XX

Una vez esbozado el prolegómeno de los problemas de conservación que aquejan al arte actual, aplicando igual método de trabajo que el utilizado con las muestras del siglo XIX, se han estudiado

varios textiles imprimados industrialmente, vendidos habitualmente en comercios dedicados a la venta de materiales para la práctica del arte.

Han sido recogidas al azar dentro de los que conforman grupos que el comerciante denomina "de buena calidad" y "corrientes". En el mundo del arte se conoce el significado que tienen esas calificaciones.

A diez de esos textiles (nueve imprimados y uno en crudo) se les han aplicado técnicas de laboratorio (de Parametría Física y de Química) para llegar a caracterizarlos, es decir, poner de manifiesto sus respectivas naturalezas como materiales textiles así como desentrañar los componentes de sus imprimaciones. Los resultados son los siguientes:

MATERIAL TEXTIL

De las diez muestras analizadas se ha comprobado que:

1. La fibra de LINO es componente exclusivo de 8 muestras
2. La fibra de ALGODON es componente exclusivo de 1 muestra
3. Una mezcla de tres fibras: POLIESTER-VISCOSA-ALGODON, se ha encontrado en 3 muestras

IMPRIMACIONES

Como aglutinantes se han identificado:

PROTEINAS: Como único componente, en 4 muestras

Mezclado con OLEO, en 2 muestras

Mezclado con RESINAS SINTETICAS, en 1 muestra

GRASAS: Mezclado con un poco de PROTEINA, en 2 muestras
Mezclado con RESINA SINTETICA, en 1 muestra

RESINA SINTETICA: Como único componente en 1 muestra
Mezclado con un poco de OLEO, en 1 muestra
Mezclado con un poco de PROTEINA, en 1 muestra

Los pigmentos que forman la carga de las imprimaciones, han sido identificados como:

CALCITA: En 3 muestras formando mezcla con otros
(CaCO₃)

BLANCO DE PLOMO: En 2 muestras formando mezcla con otros
(PbCO₃)

BARITA: Como único componente en 1 muestra
(BaSO₄)

ARCILLAS: Como único componente en 1 muestra. Formando mezcla, en 1 muestra
(BaSO₄)

BLANCO ORGANICO: Formando mezcla en 1 muestra

OXIDO DE TITANIO: Como único componente en 2 muestras.
(TiO₂) Formando mezcla con otros, en 3 muestras

Además, se han aplicado una serie de parámetros para averiguar las características de cada uno de los textiles cuyos resultados se han recogido en su totalidad en la TABLA XVI.

Por otra parte, en un intento de esclarecer la calificación que pudieran recibir estos diez textiles desde la óptica de su funcionalidad como soportes de pintura y teniendo en cuenta la carencia de un modelo-tipo sobre el cual basar las oportunas comparaciones para establecer una cierta ordenación de categorías de calidades, se han analizado los datos obtenidos de la parametría física con el

fin de cotejar los resultados principalmente considerando una condición, entre otras, que se exige a todo tipo de soporte de pintura: se trata de su **resistencia a la acción de fuerzas mecánicas** que pueden ser causa de daños importantes en las pinturas que sustentan.

Por ello, las telas en estudio han sido sometidas a fuerzas de tracción para determinar los diferentes grados de resistencia que se pueden encontrar en cada una de ellas. Así, se han determinado sus respectivos niveles de resistencia a la rotura y los porcentajes de alargamiento (deformación) experimentados.

Los resultados obtenidos están recogidos en la TABLA XVI y el análisis del conjunto de datos de parametría física en relación a la carga y alargamiento de la prueba de tracción, se encuentra en el capítulo de CONCLUSIONES, 2.1. Tomando estos datos como punto de partida, se pueden establecer las conclusiones finales.

Con las telas se han hecho tres grupos atendiendo a su origen. A todas ellas les han sido aplicados los mismos parámetros lo que permite determinar una cabeza de grupo:

Grupo 1º: Telas vendidas e imprimadas por la firma "MACARRON, S.A.":

M2-ALKIL, 373-TEMPLE, M2-OLEO y M2T-MARRON

* Cabeza de grupo: **M2T-MARRON**

Grupo 2º: Telas vendidas por la firma "MACARRON, S.A.", imprimadas por el fabricante:

AC-22 y 66

* Cabeza de grupo: **AC-22**


Grupo 3º: Telas vendidas e imprimadas por la firma "LIENZOS LE-
VANTE": LEVANTE-20, LEVANTE-25 y LEVANTE-90

* Cabeza de grupo: LEVANTE-20

Volviendo a aplicar a las tres cabezas de grupo los parámetros que les son comunes, el resultado ha sido el siguiente, siempre desde el punto de vista de la resistencia a fuerzas mecánicas:

- | | |
|----------------|--|
| 1º: AC-22 | / Fibra: LINO
- Aglutinante: HUEVO
\ Pigmento: BLANCO DE PLOMO + BLANCO ORGANICO |
| 2º: M2T-MARRON | / Fibra: LINO
- Aglutinante: GELATINA
\ Pigmento: ARCILLAS |
| 3º: LEVANTE-20 | / Fibra: LINO
- Aglutinante: RESINA SINTETICA + ACEITE (poco)
\ Pigmento: OXIDO DE TITANIO + CALCITA |

Intentando conseguir una mayor aproximación al establecimiento de una especie de escala de calidad en la relación de telas analizadas, por lo que se refiere a este aspecto de la resistencia, los sucesivos análisis de los datos obtenidos de la aplicación de parámetros comunes a todas, ofrecen la relación siguiente que puede acercarnos con cierto grado de certeza a la siguiente ordenación progresiva:

MEJOR  PEOR

AC-22/
LEVANTE-20/M2T-MARRON/M2-OLEO/373-TEMPLE/M2-ALKIL/LEVANTE-25/66/
/LEVANTE-90

CONSERVACION

Después de conocer cómo es el material textil y la imprimación que sustenta, otro aspecto muy importante del estudio se centra en obtener una aproximación al conocimiento de cuál podría ser su hipotética respuesta ante tratamientos de conservación a que pudieran ser sometidos en un futuro como integrantes de un cuadro que haya sufrido degradaciones tales que hiciesen necesario un tratamiento conservador o restaurador.

Desde esta óptica, sobre nueve de las diez telas (las que tienen imprimación) se han aplicado varias técnicas de conservación: limpieza de la película pictórica, consolidación y reentelado, todos ellos sometidos a posterior envejecimiento acelerado.

Del análisis de los datos que se han ido obteniendo de los diferentes experimentos, se desprenden las siguientes conclusiones finales respecto a la conservación:

a) Ante la acción de disolventes para limpieza de pinturas.

- Han precisado MENOR tiempo de secado aquellos disolventes puros o formando parte de mezclas que han actuado sobre imprimaciones con aglutinantes PROTEICOS.
- Han precisado MAYOR tiempo de secado aquellos disolventes puros o formando parte de mezclas que han actuado sobre imprimaciones con aglutinantes GRASOS.
- De las telas imprimadas que llevan aglutinantes proteicos en su imprimación, las que han precisado de MENOR tiempo de secado

de disolventes han sido:

M2T-MARRON y 373-TEMPLE

- De las telas imprimadas que llevan aglutinantes grasos en su imprimación, las que han precisado de MAYOR tiempo de secado de disolventes han sido:

AC-22/M2-OLEO/66

b) Ante consolidantes y protectores de la película pictórica

En el experimento se han utilizado productos naturales y sintéticos de uso habitual en procesos de conservación comprobándose que todos ellos han experimentado alteraciones después del envejecimiento acelerado pudiéndose resumir en: BRILLOS, AMARILLEO, CERCOS.

Las telas que han tenido peor respuesta ante estas sustancias han sido:

AC-22 : Aglutinante: HUEVO

373-TEMPLE ... : Aglutinante: CASEINA

M2-OLEO : Aglutinante: ACEITE

c) Ante productos adhesivos para reentelar

Se ha trabajado con adhesivos naturales y sintéticos: gacha, cera-resina, Primal AC-234 y Beva-371, en mezclas típicas de la técnica de reentelados aplicados sobre muestras de los textiles imprimados en estudio. Posteriormente se ha envejecido el con-

junto "tela original + adhesivo + tela de refuerzo" (del tipo "VELAZQUEZ"), produciéndose ciertas alteraciones que han afectado de forma más acusada a unas telas que a otras.

En el punto 3.3. del capítulo de CONCLUSIONES se analizan todos los datos obtenidos de donde se puede enunciar la siguiente conclusión final:

A. Pérdida de peso del conjunto

MENOR = M2-ALKIL / 373-TEMPLE

Adhesivo: Graso: Cera-resina

Aglutinantes de las imprimaciones: Clara de huevo/Caseína

MAYOR = M2T-MARRON

Adhesivo: Acuoso: Gacha

Aglutinante: Gelatina

B. Cambio de color de la imprimación

MENOR = Muestras con BEVA-371

MEDIO = Muestras con PRIMAL AC-234 y GACHA

MAYOR = Muestras con CERA-RESINA

C. Pérdida de elasticidad

Ordenados de menos a más, los adhesivos se escalonan así:

BEVA-371 / PRIMAL AC-234 / GACHA / CERA-RESINA
(más elástico) (más rígido)

En cuanto a las telas, la ordenación también de menos a más, es como sigue:

MENOR pérdida de elasticidad:	/ 66 \ LEVANTE-20
Pérdida MEDIA de elasticidad	/ M2T-MARRON y LEVANTE-25 \ M2-ALKIL y LEVANTE-90
MAYOR pérdida de elasticidad	/ 373-TEMPLE \ M2-OLEO y AC-22

D. Solidez de la adhesión

Buena en todos los casos

E. Deformación

- Según el adhesivo: BAJA = Adhesivo NATURAL acuoso: GACHA
MEDIA = ADHESIVOS SINTETICOS:
PRIMAL AC-234 y BEVA-371
ALTA = Adhesivo NATURAL GRASO: CERA-RESINA
- Según las telas: MUY BAJA = AC-22 y M2-OLEO
BAJA = M2-ALKIL y M2T-MARRON
MEDIA = 373-TEMPLE y 66
ALTA = las tres LEVANTE: 20, 25, 90.

B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

ALFARO GINER, Carmen

"Tejido y cestería en las Península Ibérica"
Ed. INSTITUTO ESPAÑOL DE PREHISTORIA. Madrid 1.984

ALLSOPP, Dennis and SEAL, Kenneth J,

"Introduction to Biodetroration"
Ed. EDWAR ARNOLD. London 1.986.

ALTHÖFER, Heinz

"Il restauro delle opere d'arte moderne e contemporanee"
A cura di M. Cristina Mandici. Traduzione di Massimo Tirotti
e Reinhold Ferrari.
Ed. NARDINI EDITORE. Firenze 1.991.

**BARCELO COLL, Juan / NICOLAS RODRIGO, Gregorio / SABATER GARCIA,
Bartolomé / SANCHEZ TAMES, Ricardo**

"Fisiología vegetal"
4ª ed. actualizada 1.987
Ed. PIRAMIDE, S.A. Madrid

BARELLA MIRO, Albert

"Una aproximación a la historia de la técnica textil y de la
confección"
Ed. COSTURA 3. Barcelona. Fascículos 40 (1.981) al 55 (1.982)

BEECHER, C.R.

"La conservación de los tejidos"
en "La conservación de los bienes culturales"
UNESCO 1.969

BERGEON, S. / LEPAVEC, Y. / SOTTON, M. / CHEVALIER, M.

"Le rentoilage français à la colle: analyse des contraintes
mises en jeu lors des opérations de rentoilage. Comportement
de ce rentoilage sous l'effet de variations climatiques simu-
lées"
en "Comité pour la conservation de l'ICOM". 5ème Réunion
triennale. Zagreb 1.978.

BERGER, Gustav A. y ZELIGER, Harold J.

"Efectos de medidas de consolidación en materiales fibrosos"
(Sin referencia del título original).

"Vax Impregnation of cellulose: An Irreversible Process"
en "Conference on Comparative Lining Techniques". Greenwich,
Abril 1.974.

(No hay referencia del autor de la traducción).

Ed. INSTITUTO DE CONSERVACION Y RESTAURACION DE OBRAS DE
ARTE. Madrid.

BERNIS MATEU, J.

"Atlas de microscopía".

Ed. JOVER, S.A. Barcelona 1.974.

BERTOLI, Pío

"Manuale delle fibre tessili".

Ed. ETAS/KOMPASS. Milano 1.967 - 1ª edición.

BIGORRA LLOVET, Pedro

"Manual práctico de fibras textiles"

Director del Departamento de Divulgación Técnica de las
Agrupaciones Profesionales Narcís Giralt. Sabadell.

Ed. AGRUPACIONES PROFESIONALES NARCIS GIRALT

BLANXART, Daniel

"Materiales textiles"

Ed. BOSCH (sin fecha)

"La industria textil"

Ed. BOSCH (sin fecha)

BOGLE, Michael M.

"Technical data on linen"

en "Museum", 1.973, 3, 28 CM (Textile Conservation Center
Notes Number Four)

BOLD, Harold / ALEXOPOULOS, Constantine J. / DEVELORYAS, Theodore

"Morfología de las plantas y de los hongos".

Título original: "Morphology of Plants and Funghi"

Traducción de V. Canalis, J. Llorens, M. Perera, M.M. Sanz,
T. Sebastiá bajo la dirección de Xavier Llimona Pagés.

Ed. OMEGA, S.A. Barcelona 1.989.

BOUSTEAD, William

"La conservación y restauración de cuadros"
en "La conservación de bienes culturales. Museos y Monumentos XI".
UNESCO 1.969.

BREUER, Hans

"Atlas de química/2. Química orgánica y polímeros"
ALIANZA EDITORIAL. Madrid 1.987

CALLEN, ANTHEA

"Técnicas de los impresionistas"
Ed. BLUME. Madrid 1.983.

CAMBRIA, Raffaella

"Indagine archeometrica sui pigmenti bianchi"
en Revista "KERMES". Año V, nº 13, enero-abril 1.992 - pág.
3-36.
Ed. NARDINI EDITORE, Firenze 1.992.

CAPRON, Gustave

"Technologie chimico-textile"
Ed. LES EDITIONS TEXTILE ET TECHNIQUE. París 1.947 - 2ª ed.

CARDAMONE, Jeanette M.

"Fourier Transform Infrared Reflectance Absorbance Spectroscopy (IRAS) for Non-destructive Evaluation of Textiles"
en "2ª Conferenza Internazionale sulle prove non distruttive. Metodi microanalitici e indagini ambientali per lo studio e la conservazione delle opere d'arte". Sezione II: "Microanalisi - Microanalysis": II/2.1-16

CASAZZA, Ornella

"Il restauro pittorico nell'unità di metodologia".
NARDINI EDITORE, 3ª ed. Firenze 1.989.

CATLING, Dorothy

"Identification of VEGETABLE FIBRES".
Ed. CHAPMAN AND HALL. London, New York 1.982.

CENINI, Cenino

"El libro del arte"
Ed. AKAL, S.A. 1.988
Traducción del italiano de Fernando Olmeda Latorre.

CONTI, Alessandro

"Storia del restauro e della conservazione delle opere d'arte"
Ed. ELECTA EDITRICE. Milán 1.988
(También se ha utilizado una edición anterior pero no incluye la fecha de publicación).

COOKE, W.D. / HOWELL, D.

"Diagnosis od deterioration in a Tapestry Using Scanning Electron Microscopy"
en "The Conservator", núm. 12. 1.988
THE UNITED KINGDOM INSTITUTE FOR CONSERVATION, 1.988.

COOMB, J.

"Diccionario de Biotecnología". Título original: "Macmillan Dictionary of Biotechnology" by The Macmillan Press Ltd. 1.986.
Traducción de Josep M. Bouet Rubinat, Francisco José Burgos Sánchez, Wolfgang Lepp Fuster y Josep Antoni Pérez Pons.
Ed. LABOR, S.A. Barcelona 1.989.

COPEDÉ, Maurizio

"La carta e il suo degrado"
NARDINI EDITORE. Firenze 1.991.

DE LA RIE, E. René

"Ultraviolet radiation fluorescence of paint and varnish layers"
en "PACT", Revue du groupe européen d'études pour les techniques physiques, chimiques et mathématiques appliquées à l'archéologie. Nº 13, 1.986.
Co-Éditeurs pour le volume 13: Roger VAN SCHOUTE and Hélène VEROUGSTRAETE-MARCQ.
STRASBOURG, Conseil de l'Europe - Council of Europe.

DEPARTAMENTO DE EDUCACION DE PENTON

"Nociones fundamentales sobre plásticos"
Ed. MARYMAR. Buenos Aires 1.969
1ª ed. en castellano: 1.975. Traducido por Daniel Landes.

DIAZ MARTOS, Arturo

"Restauración y conservación del arte pictórico"
Ed. ARTE RESTAURO, S.A. Madrid 1.975

"DICCIONARIO DE BIOLOGIA"

Elaborado en el Dpto. de "Lexicografía" con la dirección editorial y lexicográfica de Enrique Fontanillo Merino.
Equipo de redacción: Javier Benayas del Alamo, José Manuel Bueno Alvarez, M^a Belén Martínez González y Alvaro Martín Sánchez.
EDICIONES GENERALES ANAYA, S.A. Madrid. 1^a ed. Junio 1.985.

"DICCIONARIO DE QUIMICA"

De la col. Diccionarios Monográficos, bajo la dirección del Dpto. de "Lexicografía" de Ed. ANAYA con proyecto y dirección de Enrique Fontanillo Merino.
EDICIONES GENERALES ANAYA, S.A. Madrid 1^a ed. diciembre 1.985.

DOERNER, Max

"Los materiales de pintura y su empleo en el arte"
Ed. REVERTÉ, S.A. Impreso en España 1.965.

EASTLAKE, Sir Charles Lock

"Methods and Materials of Painting of the Great Schools and Masters"
DOVER PUBLICATIONS, Inc. New York 1.960.

EMILE MALE, Gilberte

"Restauration des peintures de chevalet"
Ed. OFFICE DU LIVRE. Fribourg (Suise) 1.976.

ESAU, Katherine

"Anatomía vegetal"
Título original: "Plant Anatomy". Traducido del inglés por José Pons Rosell. 3^a ed.
Ed. OMEGA, S.A. Barcelona 1.985.

FEBRER CANALS, M.A.

"Atlas de Química"
Ed. JOVER, S.A. Barcelona 1.979.

FLEMMING, Ernst

"Historia del tejido. Ornamentos textiles y muestras de tejidos desde la Antigüedad hasta comienzos del siglo XIX incluyéndose el Extremo Oriente y Perú".

Versión por Esteban Gay.

Ed. GUSTAVO GILI. Barcelona 1.958.

FULLOLA, José M^a / GURT, José M^a

"La prehistoria del hombre. Desde los orígenes a la escritura"

Ed. AULA ABIERTA SALVAT. Barcelona 1.985.

GAY, M.C. y MONROC, R.

"Identification des fibres textiles naturelles par examen microscopique"

en "Annales du Laboratoire de Recherche des Musées de France".

Vol. 1.972 pág. 16-22.

GAY, Marie-Christine

"Essais d'identification et de localisation des liants picturaux par des colorations spécifiques sur coupes minces"

en "Annales du Laboratoire de Recherche des Musées de France", 1.970, pág. 8-24.

GIACOBINI, Clelia

"Biodeterioramento delle opere d'arte"

en "Enciclopedia delle SCIENZE De Agostini". vol. XXI, fasc. 189, pág. 323-334.

Ed. ISTITUTO GEOGRAFICO AGOSTINI. Novara 1.981.

GRAHAM-BELL, Maggie

"Textiles"

en "Preventive Conservation. A Manual". 2^a ed. pág. 37-43

BRITISH COLUMBIA MUSEUMS ASSOCIATION, 1.986

"GRAN ENCICLOPEDIA DEL MUNDO"

Bajo los auspicios de D. Ramón Menéndez Pidal y la colaboración especial de 19 premios Nobel.

Ed. DURVAN, S.A. de EDICIONES por cesión de Ed. MARIN, S.A. 1.964. Tomos: I, pág. 787-794 / II, pág. 689-692.

GRISSOM, C.A.

"A Literature Search for a Pigment Study"
en ICOM, Venice 1.975. 75/21/5 (1-7), Vol. I.

GUILLY, R. / SOTTON, M. / CHEVALIER, M.

"Étude de l'opération de décatissage des toiles de doublage
en lin. Analyse comparative des caractéristiques des toiles
décaties artisanalement et industriellement"
en "ICOM COMMITÉE FOR CONSERVATION. 6 th Triennial Meeting".
Ottawa, 21-25 sept. 1.981.

GÜRTLER, Max y KINO, W.

"La industria textil"
Traducido de la 3ª ed. alemana por Ricardo Ferrer.
Ed. LABOR, 1.947.

HALL, A.J.

"The Standard Handbook of Textiles"
Ed. NEWNES-BUTTERWORTHS, London 1.975.

HEDLEY, Gerry

"The Stiffness of Lining Fabrics: Theoretical and Practical
Considerations"
en ICOM Comitée for Conservation, 6 th Triennial Meeting.
Ottawa, 21-25 sept. 1.981.

HEINRICH, E. Wm.

"Identificación microscópica de los minerales"
Traducido por Enrique Martínez García, Prof. Adjunto de la
Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad de Oviedo.
URMO, S.A. EDICIONES. Bilbao, 1.970.

HERNANDEZ, C.M.

"Ciencias Naturales. Geología"
Biblioteca práctica del estudiante
Ed. INGELEK, S.A. 1.987.

HOURS, Madeleine

"Analyse scientifique et Conservation des Peintures"
Ed. OFFICE DU LIVRE. Fribourg (Suisse) 1.976.

"IDENTIFICACION DE FIBRAS TEXTILES"

Título original: "IDENTIFICATION OF TEXTILE MATERIALS".
The Textile Institute. Manchester, England.
Traducido de la 5ª ed. 1.965 por R. Areal Guerra
Ed. EDITORIAL BLUME. 1ª ed. española. Barcelona 1.968.

JANUSZCZAK, Waldemar (dirigida por)

"Técnicas de los grandes pintores"
Ed. BLUME. Madrid 1.980.

KOCKAERT, Leopold / VERRIER, Monique

"Application des colorations à l'identification des liants de
Van Eyck"
en "Bulletin de l'I.R.P.A." XVII-1.978/79 pág. 122-127.

KRAEMER KOELLER, Gustavo

"Tratado de la previsión del papel y de la conservación de
Bibliotecas y Archivos" Tomos I-II
DIRECCION GENERAL DE ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS. Madrid 1.973.

"LA VIE MYSTÉRIEUSE DES CHEFS-D'OEUVRE"

Ministère de la Culture et de la Communication
Éditions de la Réunion des Musées Nationaux. Paris 1.980.

LANDI, Sheila

"The Textile Conservator's Manual"
Ed. BUTTERWORTHS. London 1.985.

A.P. LAURIE, M.A.

"La práctica de la pintura. Métodos y materiales empleados
por los pintores"
Traducción española de Miguel López y Atocha
Ed. ALBATROS. Buenos Aires, 4ª ed. (sin fecha)

LEFEVE, René / VYNCKIER, Jozef

"La texture"
en "Estudio técnico de la Tapicería de los Países Bajos
Meridionales de los siglos XV y XVI".
BULLETIN DE L'I.R.P.A." nº XIV, 1.973-74, pág. 195-198.

LEFEVE, René / VYNCKIER, Jozef

"Estudio técnico de la Tapicería de los Países Bajos Meridionales. Las tapicerías de Anvers de los siglos XVI y XVII".
BULLETIN DE L'I.R.P.A." nº XVI, 1.976-77, pág. 147-149.
Ed. INSTITUT ROYAL DU PATRIMOINE ARTISTIQUE. Bruselas.

LEWIS, Ethel

"La novelesca historia de los tejidos"
Traducido del inglés por Federico Portillo.
Ed. DIFUSION CIENTIFICA. AGUILAR 1.959

"LUMIERES DU NORD. La peinture scandinave 1.885-1.905"

Catálogo de la exposición organizada por l'Association Française d'Action Artistique la Ville de Paris et le Conseil Nordique des Ministres en le Musée du Petit Palais, 21-feb./17-marz. 1.987.
Dirección de la publicación: Leena Ahtola-Moorhouse, Carl Tomas Edam et Birgitta Schreiber.
Ed. MINISTERE DES AFFAIRES ÉTRANGERES, ASSOCIATION FRANÇAISE D'ACTION ARTISTIQUE, París 1.987.

LUNA, Juan J.

"La Natividad"
en "Catálogo de la exposición Tesoros del Museo de Bellas Artes de Bilbao. Pintura: 1.400-1.939". Madrid, Museo Municipal. Nov. 1989-Enero 1.990
Ed. Fundación RICH.

MALTESE, Corrado (Acura di)

"Le technique artistique"
Ed. U. MURSIA & C. 1.973 Milano.

MANTILLA, M.S.

"Análisis del tejido de dos muestras procedentes de la tela y el forro del cuadro del Greco *Entierro del Conde de Orgaz* conservado en la iglesia de Santo Tomé de Toledo"
en "Informes y Trabajos del Instituto de Conservación y Restauración de Obras de Arte", 13: "El entierro del Conde Orgaz" pág. 91-98. Madrid, 1.978.

MANTILLA, M.S.

"Los tejidos antiguos: examen científico, conservación y restauración"
en "Comunicaciones del I.C.C.R. al XXIX Congreso Hispano-Luso para el progreso de las Ciencias".
BOLETIN DEL I.C.C.R. nº 11.

MARCONI, Bohdan L.

"Unusual Examples of Lining With wax-Resin in Poland"
en "Conference on Comparative Lining Techniques, National Maritime Museum". Greenwich, abril 1.974.

MARIJNISSEN, R.H.

"Tableaux. Authentiques. Maquillés. Faux. L'expertise des tableaux et les méthodes de laboratoire"
Ed. ELSEVIER BRUXELLES. 1.985.

MARTIN, Elisabeth

"Note sur l'identification des protéines dans les liants de peinture"
en "Annales du Laboratoire des Musées de France", 1.975 pág. 57-60.

"Application des test sur coupes minces a l'identification des émulsions dans les liants de peinture"
en "Annales du Laboratoire des Musées de France", 1.977 pág. 23-29.

"Some Improvements in Techniques of Analysis of Paint Media"
en "Studies in Conservation", 22 (1.977) pág. 63-67.
Ed. IIC

"Contribution a l'analyse des liants mixtes"
en Comité pour la conservation de l'ICOM", 5ème Réunion triennale, Zagreb 1.978.
Ed. ICOM.

MARTINEZ DE LAS MARIAS, P.

"Química y física de las fibras textiles"
Ed. ALHAMBRA, Madrid 1.976.

MASCHELEIN-KLEINER, L. / GOETGHEBEUR, N. / KOCKAERT, L. / VYNCKIER, J. / GHYS, R.

"Examen et traitement d'une détrempe sur toile attribuée a Thierry Bouts. La crucifixion de Bruxelles".

en "Bulletin de l'I.R.P.A.", XVII 1.978-1.979, pág. 5

"Les solvants". Cours de Conservation/Conservatiemsussen 2.
Ed. I.R.P.A. Bruxelles-Brussel 1.981.

"LIANTS, VERNIS ET ADHÉSIFS ANCIENS". Cours de Conservatiem
sussen 1.

Ed. I.R.P.A. Bruxelles-Brussel 1.983.

MASSA, Vincenzo / SCICOLONE, Giovanna

"Le vernice per il restauro. I leganti"
NARDINI EDITORE, Firenze 1.991.

MASSA, Vincenzo

"Considerazioni sui polimeri nei restauro"
en "Scienze and Conservation" edited by Paolo L. Parrini.
Título original: "Scienza, conservazione e restauro"
Art. Director: Isa Coizet
Ed. ARCADIA srl. Milano 1.986

MATTEINI, Mauro / MOLES, Arcangelo

"Scienza e restauro. Metodi di indagine"
NARDINI EDITORE, Firenze 1.984.

"La Chimica nel restauro. I materiali dell'arte pittorica"
NARDINI EDITORE, Firenze 1.989.

MAYER, Ralph

"Materiales y técnicas de arte"
Título original: "The Artist's Handbook of Materials and Techniques"
4ª ed. revisada por Ralph Mayer. Traducción de Juan Manuel Ibeas
Ed. HERMANN BLUME. Madrid 1.985, 1ª ed. española.

MOLES, A. / MATTEINI, M. / TOSINI, I.

"Le technique microanalitiche condotte su sezioni"
en "Metodo e Scienza. Operatività e ricerca nel restauro",
pág. 271-273.
SANSONI EDITORE, Firenze 1.982.

MORAN VERDU, Antonio / GONZALEZ BARRENECHEA, M^a Isabel

"Micrografía papelera"

Escuela de Ingeniería Técnica Papelera. Tolosa (Gipuzkoa)
Ed. INEM, MINISTERIO DE TRABAJO, 1.981.

NAIK KARDILE, Arun

"Textiles en soportes de pintura. Identificación de fibras textiles".

Seminario impartido en el Dep. de Cultura de la Diputación Foral de Bizkaia, 22 a 24 de junio 1.992.

ORCEL, J.

"Les méthodes d'examen microscopique des minéraux métalliques"
Docteur ès Sciences, Assistant de Minéralogie au Museum National d'Histoire Naturelle

en "LA TECHNIQUE MODERNE", VINGT ET UNIÈME ANNÉE, Tome XXI, n^o 23, DÉCEMBRE 1.929.

PADILLA BOLIVAR, A.

"Atlas de Arqueología"

Ed. JOVER, S.A., 1.967

PALOMINO, Antonio

El Museo pictórico y escala óptica"

Ed. M. AGUILAR. Madrid 1.947.

PARRINI, P.

"A New Lining Canvas"

En "ICOM Comitée for Conservation", 5th Triennial Meeting, Zagreb 1.978.

PERRY, D.R.

"Identification of Textile Materials"

Ed. THE TEXTILE INSTITUTE, Manchester 1.985, 7^a ed.

PERTEGATO, Francesco

"Restauro dei materiali tessili"

en "NOTIZIE CISTI (Centro Italiano per lo Studio della Storia del Tessuto)", Anno III, marzo 1.982, pág. 64-81.

PERUSINI, Giuseppina

"Il restauro dei dipinti e delle sculture lignee. Storia, teorie e technique".
DEL BIANCO EDITORE, 2ª ed. 1.989.

PLENDERLEITH, H.J.

"La conservación de antigüedades y obras de arte"
Versión española de Arturo Díaz Martos, Madrid 1.967.
Título original: "The Conservation of Antiquities and Works of Art" 1.956, Oxford University Press
Ed. ICCR, Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Bellas Artes.

PLESTERS, Joyce

"Cross-section and Chemical Analysis of Paint Samples"
en "Studies in Conservation", Vol. II, Number 3, abril 1.956,
pág. 110-131 y 1322-157
Ed. IIC.

PLINIO EL VIEJO

"Historia Natural"
Editada por GUSTAVO GILI de Fuentes y Documentos para la Historia del Arte, Barcelona 1.982.

En francés: PLINE, "Histoire Naturelle"
Firmin Didot frères, fils et Cie. Libraires. París 1.985.

En inglés: PLINY "Natural History"
The Loeb Classical Library, Londres y Cambridge (Massachusetts) 1.968.

PORTA, Eduardo

"Procedimientos pictóricos usados por Joan Miró"
en "Actas del II CONGRESO DE CONSERVACION DE BIENES CULTURALES" Teruel 1.978, págs. 73-74.

de la PUENTE, Joaquín (y otros)

"Un siglo de Arte Español 1.856-1.956"
Catálogo de la Exposición-Primer Centenario de las Exposiciones Nacionales de Bellas Artes.
El autor lo es de la sección "Catálogo de la Exposición".
Ed. Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Bellas Artes. Madrid, nov. 29, 1.956.

ROCHE, A.

"A propos de la restauration de l'art moderne et contemporain"
en "Conservation Restauration", Revue technique de la FNAROA,
nº 2, 1.985, pág. 18-19.

ROSTAIN, E.

"Rentoilage et transposition des tableaux"
Publié sous l'égide de l'Institute français de Restauration
des Ouvres d'Art.
EREC, 1.981.

RUIZ DE ARCAUTE, Emilio

"Estudio de soportes de tela contemporáneos"
en "Comunicaaciones de la 2ª reunión de trabajo / 2. lan-
Bileraren Komunikabideak", pág. 53-59.
Madrid, 9 de abril de 1.990 (Grupo Español de Trabajo sobre
Conservación y Restauración de Arte Contemporáneo)
Ed. DEPARTAMENTO DE CULTURA, DIPUTACION FORAL DE ALAVA, 1.990.

RUTHERFORD, J. / GETTENS, Hermann Kühn and W. T. CHASE

"Lead White"
en "Studies in Conservation", Vol. 2, N. 4, 1.967, pág. 125-169.

RUTHERFORD, J. GETTENS / WEST FITZHUGH, Elisabeth / FELLER, L.R.

"Calcium Carbonate Whites"
en "Studies in Conservation", 19, 1.974. Ed. IIC.

SAN ISIDORO

"Etymologiarum Libri XX"
Ed. Migne, Patrología Latina, vol. LXXXII. Texto latino.
Versión castellana con Prólogo de S. Montero Díaz en San
Isidoro "Etimologías". B.A.C. Madrid, 1.941.

STRASBURGER, E.

"Tratado de Botánica"
Redactado inicialmente por E. Strasburger (et al.); refundido
por Dietrich von Denffer (et al.) 6ª ed. traducida de la 30ª
alemana por el Dr. Oriol de Bolós.
Título original: "Lehrbuch der Botanik für Hochschule"
FISCHER VERLAG, STUTTGART
Ed. MARIN, S.A. Barcelona, 1.984.

STRONG, J.M.

"Estructura de los tejidos"
Ed. GUSTAVO GILI, S.A.

SUREDA PONS, Joan

"Historia Universal del Arte"
Vol. I: Las primeras civilizaciones. Prehistoria. Egipto.
Próximo Oriente.
Ed. PLANETA 1.985.

"Maestro della Pietà"
en Catálogo de la exposición "Capolavori dal Museo di Bellas
Artes de Bilbao". Comune di Padova-Assessorato alla Cultura e
Beni Culturali. Comune di Roma-Assessorato alla Cultura
LEONARDO DE LUCCA EDITORI

TASSINARI, Enzo

"Characterization of Lining Canvas"
en "Conference on Comparative Lining Techniques", National
Maritime Museum. Greenwich, abril 1.974
Traducido por A. Recchiutto. Traducción publicada por el
I.C.R.O.A., Madrid.

"Análisis su tele per restauro"
en "ICOM Comitée for Conservation", 6th. Triennial Meeting,
Ottawa, 21-25 sep. 1.981.

"TEJIDOS ARTISTICOS"

Colección de obras maestras del arte textil desde la antigüedad hasta principios del siglo XIX.
Introducción por el Profesor Flemming Ernst, Director de la
Escuela Superior de Industrias Textiles de Berlín.
Ed. GUSTAVO GILI, Barcelona

TELAS CON HISTORIA. LOS TEJIDOS Y SUS NOMBRES"

Publicado por TAPICERIAS GANCEDO
T.G. Revista de las Artes, Madrid 1.975.

TORRACH, M.

"Materias sintéticas empleadas en la conservación de bienes
culturales"
(Texto revisado popr ...) en "La conservación de los bienes
culturales. Museos y Monumentos."
UNESCO 1.969.

"TRATAMIENTO DE LAS PINTURAS: LOS SOPORTES DE TELA"

Título original: "The Care of Paintings: Fabric paint supports/Le traitement des peintures: Les supports en toile" en "MUSEUM", vol. XIII, nº 3, 1.960 (sin referencias de autor)
Traducido por la Escuela de Artes Aplicadas a la Restauración.

UPHAM, J.B.

"Effect of Air Pollutants on Textile Fibers and Dyes"
Environmental Protection Agency. Office of Research and Development, National Environmental Research Center, Research Triangle Park, North Carolina 27711, Febrero 1.975.

URBANI, G.

"Problemi di conservazioni"
Bologna 1.972.

VIDAL, Louis

"L'analyse microscopique des papiers"
Directeur de l'École Française de Papeterie. Professeur à la Faculté de Sciences de Grenoble
Edité par "LE PAPIER". Grenoble 1.939.

VITRUBIO, Marco Lucio

"Los diez libros de Arquitectura"
Reproducción facsimil ed. original: Madrid, Imprenta Real 1.787. Traducido del latín y comentado por Joseph Ortiz y Sainz
1ª ed. ALTA FULLA. Barcelona 1.987.

Watson, A.J.

"Chemical degradation of cellulosa materials"
en "WALSTON", S. (Ed.)
Conservation in Australia. Proceeding of the ICCM National Conference, CANBERRA, may 1.976. Sydney, The Institute for the Conservation of Cultural Material, 1.977, pág. 60-63.

ZAHN, Joachim

"Historia del tejido"
Ed. ZEUS, Barcelona 1.966

INDICE DE TABLAS Y LAMINAS

SERIE DE LAMINAS CORRESPONDIENTES AL ESTUDIO DE MUESTRAS DE CINCO
PINTORES DEL SIGLO XIX

LAMINA A: NORDSTRÖM = Identificación de la fibra textil del soporte

B: íd. = Hilo / Tejido

C: íd. = Identificación de aglutinantes

LAMINA D: PISSARRO = Identificación de la fibra textil del soporte

E: íd. = Hilo / Tejido

F: íd. = Identificación de aglutinantes

LAMINA G: ZORN = Identificación de la fibra textil del soporte

H: íd. = Hilo / Tejido

I: íd. = Identificación de aglutinantes

LAMINA J: VENLOCT = Identificación de la fibra textil del soporte

K: íd. = Hilo / Tejido

L: íd. = Identificación de aglutinantes

LAMINA M: REGOYOS = Identificación de la fibra textil del soporte

N: íd. = Hilo / Tejido

Ñ: íd. = Identificación de aglutinantes

T A B L A S

TABLA	I = Peso	Pág. 543
"	II = Densidad	" 545
"	III = Título	" 547
"	IV = Nm/den	" 548
"	V = Espesor	" 551
"	VI = Rotura	" 560
"	VII = Alargamiento	" 561
"	VIII = Tenacidad	" 568
"	IX = Resumen parametría física	" 569
"	X = Identificación de aglutinantes de la imprimación. Proteínas. N. AMIDA ...	" 600
"	XI = Id. Grasas. N. SOUDAN	" 603
"	XII = Identificación grasas. Test de calor.	" 605
"	XIII = Resultados generales	" 606
"	XIV = Uso histórico de pigmentos blancos ..	" 609
"	XV = Identificación de los pigmentos de la imprimación	" 622
"	XVI = Compendio de datos	" 624
"	XVII = Tabla comparativa de los tiempos de secado de disolventes en las distin- tas muestras	" 684
"	XVIII = Recapitulación de datos: imprimación y tiempo de secado de disolventes ...	" 685
"	XIX = Envejecimiento de los test de disol- ventes y consolidantes. Fotodegrada- ción	" 696
"	XX = Test de adhesivos: Relación de pesos de adhesivos naturales	" 707

TABLA XXI =	Test de adhesivos: Telación de pesos de adhesivos sintéticos	Pág. 707
TABLA XXII =	Variaciones experimentadas en el pe- so después del envejecimiento ace- lerado	" 710
" XXIII =	Cambio de coloración en las prepara- ciones	" 711
" XXIV =	Pérdida de elasticidad y deforma- ción	" 712
" XXV =	Gráfica de la medición de lux	" 719

LAMINAS CORRESPONDIENTES AL ESTUDIO CIENTIFICO DE LOS
TEXTILES Y DE SU CONSERVACION

LAMINA	I =	Uso de tela antes del S. XVI
"	II =	M2-ALKIL = Fibra URDIMBRE
"	III =	" = Fibra TRAMA
"	IV =	" = Hilo / Tejido
"	V =	" = Preparación
"	VI =	" = N. Amida: Proteínas
"	VII =	" = N. Soudán: Grasas

LAMINA	VIII =	373-TEMPLE = Fibra URDIMBRE
"	IX =	" = Fibra TRAMA
"	X =	" = Hilo / Tejido
"	XI =	" = Preparación
"	XII =	" = N. Amida
"	XXIII =	" = N. Soudán

LAMINA	XIV =	M2-OLEO = Fibra URDIMBRE + TRAMA
"	XV =	" = Hilo / Tejido
"	XVI =	" = Preparación
"	XVII =	" = N. Amida: Proteínas
"	XVIII =	" = N. Soudán: Grasas

LAMINA	XIX =	M2I-MARRON	= Fibra URDIMBRE
"	XX =	"	= Fibra TRAMA
"	XXI =	"	= Hilo / Tejido
"	XXII =	"	= Preparación
"	XXIII =	"	= N. Amida: Proteínas
"	XXIV =	"	= N. Soudán: Grasas

LAMINA	XXV =	AC-22	= Fibra URDIMBRE
"	XXVI =	"	= Fibra TRAMA
"	XXVII =	"	= Hilo / Tejido
"	XXVIII =	"	= Preparación
"	XXIX =	"	= N. Amida: Proteínas
"	XXX =	"	= N. Soudán: Grasas

LAMINA	XXXI =	66	= Fibra URDIMBRE
"	XXXII =	"	= Fibra TRAMA
"	XXXIII =	"	= Hilo / Tejido
"	XXXIV =	"	= Preparación
"	XXXV =	"	= N. Amida: Proteínas
"	XXXVI =	"	= N. Soudán: Grasas

LAMINA	XXXVII =	LEVANTE-20	= Fibra URDIMBRE
"	XXXVIII =	"	= Fibra TRAMA
"	XXXIX =	"	= Hilo / Tejido
"	XL =	"	= Preparación
"	XLI =	"	= N. Amida: Proteínas
"	XLII =	"	= N. Soudán: Grasas

LAMINA	XLIII = LEVANTE-25	= Fibra URDIMBRE
"	XLIV = "	= Fibra TRAMA
"	XLV = "	= Hilo / Tejido
"	XLVI = "	= Preparación
"	XLVII = "	= N. Amida: Proteínas

LAMINA	XLVIII = LEVANTE-90	= Fibra URDIMBRE
"	XLIX = "	= Fibra TRAMA
"	L = "	= Hilo / Tejido
"	LI = "	= Preparación
"	LII = "	= N. Amida: Proteínas

LAMINA	LIII = LEVANTE-25	= N. Soudán: Grasas
	LEVANTE-90	

LAMINA LIV - a = LEVANTE-16 = Fibra URDIMBRE y TRAMA

LAMINA	LIV - b = VELAZQUEZ	= Fibra URDIMBRE
	"	= Fibra TRAMA
	"	= Hilo / Tejido

LAMINA	LV = Envejecimiento acelerado del test de disolventes y consolidantes =
	= M2-ALKIL
	= M2T-MARRON
	= 373-TEMPLE

LAMINA LVI = Envejecimiento acelerado del test de disolventes y consolidantes =

= M2-OLEO
= AC-22
= 66

" LVII = Envejecimiento acelerado del test de disolventes y consolidantes =

= LEVANTE-20, 25, 90
= Todas las demás muestras

" LVIII / Estabilidad a la luz natural = Todas las muestras
 \ Envejecimiento de consolidantes = AC-22/373- TEMPLE/66